

#3

PATENT
8022-1004

JP978 U.S. PTO
10/073168
02/13/02

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Yoshihiro SASAKI et al. Conf.:
Appl. No.: **NEW** Group:
Filed: February 13, 2002 Examiner:
For: VISUAL INSPECTION METHOD AND VISUAL
INSPECTION APPARATUS

CLAIM TO PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

February 13, 2002

Sir:

Applicant(s) herewith claim(s) the benefit of the
priority filing date of the following application(s) for the
above-entitled U.S. application under the provisions of 35
U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2001-037497	February 14, 2001

Certified copy(ies) of the above-noted application(s)
is(are) attached hereto.

Respectfully submitted,
YOUNG & THOMPSON

Benoit Castel

Benoit Castel, Reg. No. 35,041

745 South 23rd Street
Arlington, VA 22202
Telephone (703) 521-2297

BC/ma

Attachment(s): 1 Certified Copy(ies)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JPO 979 U.S. PTO
10/073168
02/13/20

Best Available Copy

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月14日

出願番号

Application Number:

特願2001-037497

出願人

Applicant(s):

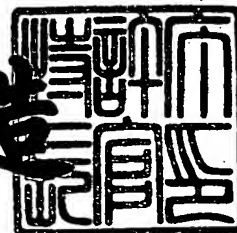
日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3100571

【書類名】 特許願

【整理番号】 75310502

【提出日】 平成13年 2月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01B 11/24

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 佐々木 義浩

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 長尾 政彦

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100102864

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 工藤 実

【選任した代理人】

 【識別番号】 100099553

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大村 雅生

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 053213

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 1 - 0 3 7 4 9 7

【包括委任状番号】 9715177

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 外観検査方法及び外観検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明された検査対象物を上方から撮影し、
該撮影により得られた原画像を2値化し、
該2値化により得られた2値化画像をラベリングし、
該ラベリングにより得られたラベリング画像の外周に接する外接矩形を形成し

該形成された外接矩形内のラベリング画像を反転し、
該反転により得られた画像のうちの前記外接矩形と前記外周とで形成される領域の部分を除去し、

該除去により得られた画像を前記ラベリング画像に加算することにより検査用画像を生成し、

該生成された検査用画像に基づいて前記検査対象物の合否を判定する、
外観検査方法。

【請求項2】 前記判定するステップは、

前記加算によって生成された検査用画像の面積、径及び面積比で表される円形度の少なくとも1つに基づいて前記検査対象物の合否を判定する、請求項1に記載の外観検査方法。

【請求項3】 前記検査用画像を生成するステップは、

前記検査用画像の外周を形成する複数のピクセルの各々の周囲をサブピクセル化し、以て検査用画像を生成するステップ、を更に備えた、
請求項1又は2に記載の外観検査方法。

【請求項4】 照明された検査対象物を上方から撮影し、

該撮影により得られた原画像を2値化し、
該2値化により得られた2値化画像をラベリングし、
該ラベリングにより得られたラベリング画像に対応する前記原画像の濃淡値の総和を算出し、

該算出された濃淡値の総和に基づいて前記検査対象物の合否を判定する、

外観検査方法。

【請求項 5】 前記ラベリング画像の外周を形成する各ピクセルの周囲をサブピクセル化するステップ、を更に備え、

前記原画像の濃淡値の総和を算出するステップは、

該サブピクセル化された画像に対応する前記原画像の濃淡値の総和を算出する

請求項 4 に記載の外観検査方法。

【請求項 6】 前記ラベリング画像の面積を算出し、

該算出された面積で前記原画像の濃淡値の総和を除算することにより前記原画像の平均濃淡値を算出するステップ、を更に備え、

前記判定するステップは、

前記算出された平均濃淡値に基づいて前記検査対象物の合否を判定する、

請求項 4 又は 5 に記載の外観検査方法。

【請求項 7】 全てのラベリング画像に対応する原画像について算出された前記平均濃淡値を平均して総平均濃淡値を算出するステップ、を更に備え、

前記判定するステップは、

前記算出された総平均濃淡値に基づいて前記検査対象物の合否を判定する、

請求項 6 に記載の外観検査方法。

【請求項 8】 前記判定するステップは、

前記算出された平均濃淡値と前記算出された総平均濃淡値との差又は前記算出された総平均濃淡値に対する前記算出された平均濃淡値の割合に基づいて前記検査対象物の合否を判定する、

請求項 7 に記載の外観検査方法。

【請求項 9】 照明された検査対象物を上方から撮影し、

該撮影により得られた原画像を 2 値化し、

該 2 値化により得られた 2 値化画像をラベリングし、

該ラベリングにより得られたラベリング画像の外周を形成する複数のピクセル中の 2 つのピクセルの組合せの全てについて、2 つのピクセル間の距離を算出し

該算出された複数の距離の中の最大の距離を求め、
該求められた最大の距離に基づいて合否を判定する、
請求項 8 に記載の外観検査方法。

【請求項 10】 前記最大の距離を求めるステップは、
前記最大の距離を形成する 1 組のピクセルの各々の周囲をサブピクセル化して
サブピクセル画像を生成し、
該生成された一方のピクセルのサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の
外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つと、他方のサブピクセル画像の中
の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つとの組み
合わせの全てについて、2 つのサブピクセル間の距離を算出し、
該算出された複数の距離の中の最大の距離を求める、
請求項 9 に記載の外観検査方法。

【請求項 11】 前記最大の距離を求めるステップは、
前記最大の距離から所定範囲の距離を形成する複数組のピクセルの各々の周囲
をサブピクセル化してサブピクセル画像を生成し、
該生成された一方のピクセルのサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の
外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つと、他方のサブピクセル画像の中
の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つとの組み
合わせの全てについて、2 つのサブピクセル間の距離を算出する処理を、前記複
数組の各々について行い、
該算出された複数の距離の中の最大の距離を求める、
請求項 9 に記載の外観検査方法。

【請求項 12】 前記ラベリング画像の中心又は重心を算出するステップ、
を更に備え、
前記距離を算出するステップは、前記算出された中心又は重心から最も遠い距
離にある前記ラベリング画像の外周を形成するピクセルと、該ピクセルを除く前
記外周を形成する複数のピクセルとの距離を算出する、
請求項 9 に記載の外観検査方法。

【請求項 13】 前記ラベリング画像をサブピクセル化するステップ、を更

に備え、

前記距離を算出するステップは、該サブピクセル化された画像の外周を形成する複数のサブピクセル間の距離を算出する、

請求項 9 に記載の外観検査方法。

【請求項 1 4】 前記撮影により得られる原画像は、B G A を撮影することにより得られる画像である、請求項 1 乃至 1 3 の何れか 1 項に記載の外観検査方法。

【請求項 1 5】 検査対象物を照明する照明器と、
該照明器で照明された前記検査対象物を上方から撮影するカメラと、
該カメラで撮影された原画像を 2 値化する 2 値化部と、
該 2 値化部で 2 値化された 2 値化画像をラベリングするラベリング部と、
該ラベリング部からのラベリング画像の外周に接する外接矩形を形成する外接矩形形成部と、

該外接矩形形成部で形成された外接矩形内のラベリング画像に基づいて検査用画像を生成する検査用画像生成部と、

該検査用画像生成部で生成された検査用画像に基づいて前記検査対象物の合否を判定する判定部、とを備え、

前記検査用画像生成部は、

前記外接矩形形成部で形成された外接矩形内のラベリング画像を反転する反転部と、

該反転部で反転された画像のうちの前記外接矩形と前記外周とで形成される領域の部分を除去する除去部と、

該除去部により除去され画像を前記ラベリング画像に加算することにより検査用画像を生成する加算部、
とを備えた外観検査装置。

【請求項 1 6】 前記判定部は、

前記加算部で生成された検査用画像の面積、径及び面積比で表される円形度の少なくとも 1 つに基づいて合否を判定する、請求項 1 5 に記載の外観検査装置。

【請求項 1 7】 前記検査用画像生成部は、

前記検査用画像の外周を形成する各ピクセルの周囲をサブピクセル化し、以て検査用画像を生成するサブピクセル化部、を更に備えた、
請求項 1 5 乃至 1 6 の何れか 1 項に記載の外観検査装置。

【請求項 1 8】 検査対象物を照明する照明器と、
該照明器で照明された前記検査対象物を上方から撮影するカメラと、
該カメラで撮影された原画像を 2 値化する 2 値化部と、
該 2 値化部で 2 値化された 2 値化画像をラベリングするラベリング部と、
該ラベリング部からのラベリング画像に対応する前記原画像の濃淡値の総和を算出する濃淡値総和算出部と、
該濃淡値総和算出部で算出された濃淡値の総和に基づいて前記検査対象物の合否を判定する判定部、
とを備えた外観検査装置。

【請求項 1 9】 前記ラベリング画像の外周を形成する各ピクセルの周囲をサブピクセル化するサブピクセル部、を更に備え、
前記濃淡値総和算出部は、
前記サブピクセル部でサブピクセル化された画像に対応する前記原画像の濃淡値の総和を算出する、
請求項 1 8 に記載の外観検査装置。

【請求項 2 0】 前記ラベリング画像の面積を算出する面積算出部と、
該面積算出部で算出された面積で前記濃淡値総和算出部で算出された原画像の濃淡値の総和を除算することにより前記原画像の平均濃淡値を算出する平均濃淡値算出部、を更に備え、
前記判定部は、
前記平均濃淡値算出部で算出された平均濃淡値に基づいて前記検査対象物の合否を判定する、
請求項 1 8 又は 1 9 に記載の外観検査装置。

【請求項 2 1】 全てのラベリング画像に対応する原画像について算出された前記平均濃淡値を平均して総平均濃淡値を算出する総平均濃淡値算出部、を更に備え、

前記判定部は、

前記総平均濃淡値算出部で算出された総平均濃淡値に基づいて前記検査対象物の合否を判定する、

請求項 2 0 に記載の外観検査装置。

【請求項 2 2】 前記判定部は、

前記平均濃淡値算出部で算出された平均濃淡値と前記総平均濃淡値算出部で算出された総平均濃淡値との差又は前記総平均濃淡値算出部で算出された総平均濃淡値に対する前記平均濃淡値算出部で算出された平均濃淡値の割合に基づいて前記検査対象物の合否を判定する、

請求項 2 1 に記載の外観検査装置。

【請求項 2 3】 検査対象物を照明する照明器と、

該照明器で照明された前記検査対象物を上方から撮影するカメラと、

該カメラで撮影された原画像を 2 値化する 2 値化部と、

該 2 値化部で 2 値化された 2 値化画像をラベリングするラベリング部と、

該ラベリング部からのラベリング画像の外周を形成する複数のピクセル中の 2 つのピクセルの組合せの全てについて、 2 つのピクセル間の距離を算出する距離算出部と、

該距離算出部で算出された複数の距離の中の最大の距離を求める最大距離算出部と、

該最大距離算出部で求められた最大の距離に基づいて合否を判定する判定部、
とを備えた外観検査装置。

【請求項 2 4】 前記最大距離算出部は、

前記最大の距離を形成する 1 組のピクセルの各々の周囲をサブピクセル化してサブピクセル画像を生成するサブピクセル化部と、

前記サブピクセル化部で生成された一方のピクセルのサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つと、他方のサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つとの組み合わせの全てについて、 2 つのサブピクセル間の距離を算出するサブピクセル距離算出部と、

該サブピクセル距離算出部で算出された複数の距離の中の最大の距離を求めるサブピクセル最大距離算出部、

とを備えた請求項 2 3 に記載の外観検査装置。

【請求項 2 5】 前記最大距離算出部は、

前記最大の距離から所定範囲の距離を形成する複数組のピクセルの各々の周囲をサブピクセル化してサブピクセル画像を生成するサブピクセル化部と、

前記サブピクセル化部で生成された一方のピクセルのサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つと、他方のサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つとの組み合わせの全てについて、2 つのサブピクセル間の距離を算出する処理を、前記複数組の各々について行うサブピクセル距離算出部と、

該サブピクセル距離算出部で算出された複数の距離の中の最大の距離を求めるサブピクセル最大距離算出部、

とを備えた請求項 2 3 に記載の外観検査装置。

【請求項 2 6】 前記ラベリング画像の中心又は重心を算出する中心算出部、を更に備え、

前記距離算出部は、前記中心算出部で算出された中心又は重心から最も遠い距離にある前記ラベリング画像の外周を形成するピクセルと、該ピクセルを除く前記外周を形成する複数のピクセルとの距離を算出する、

請求項 2 3 に記載の外観検査装置。

【請求項 2 7】 前記ラベリング画像をサブピクセル化するサブピクセル化部、を更に備え、

前記距離算出部は、該サブピクセル化部でサブピクセル化された画像の外周を形成する複数のサブピクセル間の距離を算出する、

請求項 2 3 に記載の外観検査装置。

【請求項 2 8】 前記撮影により得られる原画像は、B G A を撮影することにより得られる画像である、請求項 1 5 乃至 2 7 の何れか 1 項に記載の外観検査装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像処理により検査対象物の外観検査を行う外観検査方法及び外観検査装置に関し、特に B G A (Ball Grid Array) の突起部の形状を精密に検査する技術に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、B G A タイプのパッケージを有する集積回路 (I C) を撮像し、この撮影により得られた画像を用いてその外観を検査する外観検査装置及び外観検査方法が知られている。

【 0 0 0 3 】

このような外観検査装置として、例えば、特開平 9 - 3 1 1 0 1 4 号公報は、「半導体集積回路装置の突起部検査装置」を開示している。この突起部検査装置は、検査対象突起部の概略座標と本来突起部があるべき座標とを比較し、検査規格から大幅に外れていると判断された突起部があった場合はズレ不良信号を出力し、その突起部に対するその突起部に対する検査を打ち切って次の突起部の位置検査に移り、検査規格から大幅に外れていないと判定された突起部についてのみ高精度判定要求を行う。

【 0 0 0 4 】

次いで、この位置高精度判定要求に応答して、サブピクセル突起部座標データと本来突起部があるべき座標とを比較して予め設定した位置ズレ許容範囲に入っていなければ位置ズレ不良と判断する。これにより、はんだ突起部の位置ズレを精度良く、高速に検査できる。

【 0 0 0 5 】

また、特開平 8 - 2 0 3 9 7 2 号公報は、「突起部検査装置」を開示している。この突起部検査装置は、検査対象面を水平又は水平に近い斜め上方から照明し、上方に取り付けられたカメラで画像を取り込む。そして、得られた濃淡画像データを 2 値化処理し、ラベル付け処理する。良否の判定は、第 1 の方式では、正常な大きさの領域のラベル数と予め設定した突起部数を比較出力して一致すれば

良品と判定する。

【0006】

第2の方式では、ひとつ前の検出した突起部に相当するラベルの中心座標を起点として次の突起部の相対座標だけ離れた位置に中心座標を有するラベルを検索していき全突起部に相当するラベルが検索されれば良品と判定する。これにより、BGA基盤上のはんだボール、半導体装置上のバンプなどの突起部の欠落、サイズ不良といった欠陥を検出できる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した公報に開示された技術は、何れもカメラを用いて取り込まれた濃淡画像データをピクセル単位で2値化し、この2値化画像データに基づいて突起部の良否を判断している。従って、検査精度は2値化画像データのピクセルの多寡に依存するので、安価な撮像素子を用いた外観検査装置では、形状不良を検出できない場合があり、検査精度が低いという問題を残している。

【0008】

そこで、本発明の目的は、安価であるにも拘わらず高精度で外観検査を行うことのできる外観検査方法及び外観検査装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様に係る外観検査方法は、上記目的を達成するために、照明された検査対象物を上方から撮影し、該撮影により得られた原画像を2値化し、該2値化により得られた2値化画像をラベリングし、該ラベリングにより得られたラベリング画像の外周に接する外接矩形を形成し、該形成された外接矩形内のラベリング画像を反転し、該反転により得られた画像のうちの前記外接矩形と前記外周とで形成される領域の部分を除くし、該除去により得られた画像を前記ラベリング画像に加算することにより検査用画像を生成し、該生成された検査用画像に基づいて前記検査対象物の合否を判定するように構成されている。

【0010】

この第1の態様に係る外観検査方法は、例えばボール状の検査対象物を撮影し

て2値化することにより得られるドーナツ形状のような中空部（ドーナツの穴の部分）を有する2値化画像に基づいて検査対象物の合否を判定するのに好適である。なお、本明細書では、中空部とは、「1」の値を有するピクセルで囲まれた「0」の値を有するピクセルが存在する領域をいい、ドーナツ形状の穴の部分が中空部に対応する。このような2値化画像の中空部の大きさは、検査対象物の形状に依存して変化するので検査精度に影響を与える。

【0011】

しかし、この第1の態様に係る外観検査方法によれば、中空部が2値化画像の外周の2値と同一値で埋め込まれた検査用画像を用いて検査対象物の合否が判定されるので、中空部の大きさに依存しない検査を行うことができ、検査対象物の検査精度を向上させることができる。なお、この第1の態様に係る外観検査方法は、検査対象物の2値化画像がドーナツ形状である場合に限らず、中空部を有する種々の2値化画像に適用できることは勿論である。

【0012】

また、この第1の態様に係る外観検査方法において、前記判定するステップは、前記加算によって生成された検査用画像の面積、径及び面積比で表される円形度の少なくとも1つに基づいて検査対象物の合否を判定するように構成できる。

【0013】

また、この第1の態様に係る外観検査方法は、前記検査用画像を生成するステップに、更に、前記検査用画像の外周を形成する複数のピクセルの各々の周囲をサブピクセル化し、以て検査用画像を生成するステップを更に備えるように構成できる。なお、この明細書では、隣り合う2つのピクセルの持つ濃度値に対して、目的のスレッシュホールドレベル値が2つのピクセル値の中間の何%の割合に相当するかを算出し、その割合に応じて2つのピクセル間の切り分け位置も、上記割合と同じ比率で切り分けし、内側を「1」、外側を「0」とすることで、線引きを1ピクセルより小さい値の単位で決める技法をサブピクセル化と称する。

【0014】

この構成によれば、検査用画像の外周がサブピクセル化されるので、高精度の検査用画像が得られ、検査精を向上させることができる。また、サブピクセル化

する範囲は、検査用画像の全体ではなく、検査用画像の外周を形成する複数のピクセルの各々の周囲のピクセルだけであるので、サブピクセル化を高速に行うことができる。

【0015】

また、本発明の第2の態様に係る外観検査方法は、上記と同様の目的で、照明された検査対象物を上方から撮影し、該撮影により得られた原画像を2値化し、該2値化により得られた2値化画像をラベリングし、該ラベリングにより得られたラベリング画像に対応する前記原画像の濃淡値の総和を算出し、該算出された濃淡値の総和に基づいて前記検査対象物の合否を判定するように構成されている。

【0016】

この第2の態様に係る外観検査方法は、前記ラベリング画像の外周を形成する各ピクセルの周囲をサブピクセル化するステップを更に備え、前記原画像の濃淡値の総和を算出するステップは、該サブピクセル化された画像に対応する前記原画像の濃淡値の総和を算出するように構成できる。

【0017】

また、この第2の態様に係る外観検査方法は、前記ラベリング画像の面積を算出し、該算出された面積で前記原画像の濃淡値の総和を除算することにより前記原画像の平均濃淡値を算出するステップを更に備え、前記判定するステップは、前記算出された平均濃淡値に基づいて前記検査対象物の合否を判定するように構成できる。

【0018】

また、この第2の態様に係る外観検査方法は、全てのラベリング画像に対応する原画像について算出された前記平均濃淡値を平均して総平均濃淡値を算出するステップを更に備え、前記判定するステップは、前記算出された総平均濃淡値に基づいて前記検査対象物の合否を判定するように構成できる。

【0019】

更に、この第2の態様に係る外観検査方法では、前記判定するステップは、前記算出された平均濃淡値と前記算出された総平均濃淡値との差又は前記算出され

た総平均濃淡値に対する前記算出された平均濃淡値の割合に基づいて前記検査対象物の合否を判定するように構成できる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の第 3 の態様に係る外観検査方法は、上記と同様の目的で、照明された検査対象物を上方から撮影し、該撮影により得られた原画像を 2 値化し、該 2 値化により得られた 2 値化画像をラベリングし、該ラベリングにより得られたラベリング画像の外周を形成する複数のピクセル中の 2 つのピクセルの組合せの全てについて、2 つのピクセル間の距離を算出し、該算出された複数の距離の中の最大の距離を求め、該求められた最大の距離に基づいて合否を判定するように構成されている。

【 0 0 2 1 】

また、この第 3 の態様に係る外観検査方法においては、前記最大の距離を求めるステップは、前記最大の距離を形成する 1 組のピクセルの各々の周囲をサブピクセル化してサブピクセル画像を生成し、該生成された一方のピクセルのサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つと、他方のサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つとの組み合わせの全てについて、2 つのサブピクセル間の距離を算出し、該算出された複数の距離の中の最大の距離を求めるように構成できる。

【 0 0 2 2 】

また、この第 3 の態様に係る外観検査方法においては、前記最大の距離を求めるステップは、前記最大の距離から所定範囲の距離を形成する複数組のピクセルの各々の周囲をサブピクセル化してサブピクセル画像を生成し、該生成された一方のピクセルのサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つと、他方のサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の 1 つとの組み合わせの全てについて、2 つのサブピクセル間の距離を算出する処理を、前記複数組の各々について行い、該算出された複数の距離の中の最大の距離を求めるように構成できる。

【 0 0 2 3 】

また、この第3の態様に係る外観検査方法は、前記ラベリング画像の中心又は重心を算出するステップを更に備え、前記距離を算出するステップは、前記算出された中心又は重心から最も遠い距離にある前記ラベリング画像の外周を形成するピクセルと、該ピクセルを除く前記外周を形成する複数のピクセルとの距離を算出するように構成できる。

【0024】

更に、この第3の態様に係る外観検査方法は、前記ラベリング画像をサブピクセル化するステップを更に備え、前記距離を算出するステップは、該サブピクセル化された画像の外周を形成する複数のサブピクセル間の距離を算出するように構成できる。

【0025】

以上の第1～第3の態様に係る外観検査方法では、前記撮影により得られる原画像は、BGAを撮影することにより得られる画像とすることができる。

【0026】

また、本発明の第4の態様に係る外観検査装置は、検査対象物を照明する照明器と、該照明器で照明された前記検査対象物を上方から撮影するカメラと、該カメラで撮影された原画像を2値化する2値化部と、該2値化部で2値化された2値化画像をラベリングするラベリング部と、該ラベリング部からのラベリング画像の外周に接する外接矩形を形成する外接矩形形成部と、該外接矩形形成部で形成された外接矩形内のラベリング画像に基づいて検査用画像を生成する検査用画像生成部と、該検査用画像生成部で生成された検査用画像に基づいて前記検査対象物の合否を判定する判定部、とを備え、前記検査用画像生成部は、前記外接矩形形成部で形成された外接矩形内のラベリング画像を反転する反転部と、該反転部で反転された画像のうちの前記外接矩形と前記外周とで形成される領域の部分を除去する除去部と、該除去部により除去され画像を前記ラベリング画像に加算することにより検査用画像を生成する加算部、とを備えている。

【0027】

この第4の態様に係る外観検査装置において、前記判定部は、前記加算部で生成された検査用画像の面積、径及び面積比で表される円形度の少なくとも1つに

基づいて合否を判定するように構成できる。

【0028】

また、この第4の態様に係る外観検査装置において、前記検査用画像生成部は、前記検査用画像の外周を形成する各ピクセルの周囲をサブピクセル化し、以て検査用画像を生成するサブピクセル化部を更に備えて構成できる。

【0029】

また、本発明の第5の態様に係る外観検査装置は、上記と同様の目的で、検査対象物を照明する照明器と、該照明器で照明された前記検査対象物を上方から撮影するカメラと、該カメラで撮影された原画像を2値化する2値化部と、該2値化部で2値化された2値化画像をラベリングするラベリング部と、該ラベリング部からのラベリング画像に対応する前記原画像の濃淡値の総和を算出する濃淡値総和算出部と、該濃淡値総和算出部で算出された濃淡値の総和に基づいて前記検査対象物の合否を判定する判定部とを備えている。

【0030】

この第5の態様に係る外観検査装置は、前記ラベリング画像の外周を形成する各ピクセルの周囲をサブピクセル化するサブピクセル部を更に備え、前記濃淡値総和算出部は、前記サブピクセル部でサブピクセル化された画像に対応する前記原画像の濃淡値の総和を算出するように構成できる。

【0031】

また、この第5の態様に係る外観検査装置は、前記ラベリング画像の面積を算出する面積算出部と、該面積算出部で算出された面積で前記濃淡値総和算出部で算出された原画像の濃淡値の総和を除算することにより前記原画像の平均濃淡値を算出する平均濃淡値算出部を更に備え、前記判定部は、前記平均濃淡値算出部で算出された平均濃淡値に基づいて前記検査対象物の合否を判定するように構成できる。

【0032】

また、この第5の態様に係る外観検査装置は、全てのラベリング画像に対応する原画像について算出された前記平均濃淡値を平均して総平均濃淡値を算出する総平均濃淡値算出部を更に備え、前記判定部は、前記総平均濃淡値算出部で算出

された総平均濃淡値に基づいて前記検査対象物の合否を判定するように構成できる。

【 0 0 3 3 】

更に、この第5の態様に係る外観検査装置において、前記判定部は、前記平均濃淡値算出部で算出された平均濃淡値と前記総平均濃淡値算出部で算出された総平均濃淡値との差又は前記総平均濃淡値算出部で算出された総平均濃淡値に対する前記平均濃淡値算出部で算出された平均濃淡値の割合に基づいて前記検査対象物の合否を判定するように構成できる。

【 0 0 3 4 】

更に、本発明の第6の態様に係る外観検査装置は、上記と同様の目的で、検査対象物を照明する照明器と、該照明器で照明された前記検査対象物を上方から撮影するカメラと、該カメラで撮影された原画像を2値化する2値化部と、該2値化部で2値化された2値化画像をラベリングするラベリング部と、該ラベリング部からのラベリング画像の外周を形成する複数のピクセル中の2つのピクセルの組合せの全てについて、2つのピクセル間の距離を算出する距離算出部と、該距離算出部で算出された複数の距離の中の最大の距離を求める最大距離算出部と、該最大距離算出部で求められた最大の距離に基づいて合否を判定する判定部、とを備えている。

【 0 0 3 5 】

この第6の態様に係る外観検査装置において、前記最大距離算出部は、前記最大の距離を形成する1組のピクセルの各々の周囲をサブピクセル化してサブピクセル画像を生成するサブピクセル化部と、前記サブピクセル化部で生成された一方のピクセルのサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の1つと、他方のサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の1つとの組み合わせの全てについて、2つのサブピクセル間の距離を算出するサブピクセル距離算出部と、該サブピクセル距離算出部で算出された複数の距離の中の最大の距離を求めるサブピクセル最大距離算出部とを備えて構成できる。

【 0 0 3 6 】

また、この第6の態様に係る外観検査装置において、前記最大距離算出部は、前記最大の距離から所定範囲の距離を形成する複数組のピクセルの各々の周囲をサブピクセル化してサブピクセル画像を生成するサブピクセル化部と、前記サブピクセル化部で生成された一方のピクセルのサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の1つと、他方のサブピクセル画像の中の前記ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の1つとの組み合わせの全てについて、2つのサブピクセル間の距離を算出する処理を、前記複数組の各々について行うサブピクセル距離算出部と、該サブピクセル距離算出部で算出された複数の距離の中の最大の距離を求めるサブピクセル最大距離算出部とを備えて構成できる。

【0037】

また、この第6の態様に係る外観検査装置は、前記ラベリング画像の中心又は重心を算出する中心算出部を更に備え、前記距離算出部は、前記中心算出部で算出された中心又は重心から最も遠い距離にある前記ラベリング画像の外周を形成するピクセルと、該ピクセルを除く前記外周を形成する複数のピクセルとの距離を算出するように構成できる。

【0038】

また、この第6の態様に係る外観検査装置は、前記ラベリング画像をサブピクセル化するサブピクセル化部を更に備え、前記距離算出部は、該サブピクセル化部でサブピクセル化された画像の外周を形成する複数のサブピクセル間の距離を算出するように構成できる。

【0039】

更に、上述した第1～第6の態様に係る外観検査装置においては、前記撮影により得られる原画像は、BGAを撮影することにより得られる画像とすることができる。

【0040】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0041】

図 1 は、本発明の各実施の形態で共通に使用される外観検査装置の概略構成を示す図である。この外観検査装置は、カメラ 1 0、A/D 変換器 1 1、画像処理ユニット 1 2、リング照明器 1 3 及び BGA タイプのパッケージを有する集積回路（以下、単に「BGA」という）2 0 を載置するための台 1 5 から構成されている。

【 0 0 4 2 】

カメラ 1 0 は、検査対象物である BGA 2 0 を撮影する。このカメラ 1 0 は、BGA 2 0 の略真上に位置するように配置される。このカメラ 1 0 による撮影によって得られたアナログ画像信号は、ピクセル（画素）毎に A/D 変換器 1 1 に送られる。

【 0 0 4 3 】

A/D 変換器 1 1 は、カメラ 1 0 からのアナログ画像信号をピクセル毎にデジタル画像信号に変換する。各ピクセルは、例えば 8 ビットで構成されており、2⁵⁶ 段階の濃淡値を表現できるようになっている。この A/D 変換器 1 1 からのデジタル画像信号は画像処理ユニット 1 2 に送られる。なお、この明細書では、このデジタル画像信号によって形成される画像を「原画像」と呼ぶ。

【 0 0 4 4 】

画像処理ユニット 1 2 は、例えばマイクロコンピュータ、ワークステーションといったプロセッサを有するコンピュータより構成できる。この画像処理ユニット 1 2 は、入力されたデジタル画像信号を処理することにより、BGA 2 0 の外観検査を行う。この画像処理ユニット 1 2 の詳細は後述する。

【 0 0 4 5 】

リング照明器 1 3 は、例えばリング状の蛍光灯から構成されている。このリング照明器 1 3 は、BGA 2 0 の略真上に位置するように配置され、台 1 5 に載置された BGA 2 0 に斜め上方から光を照射する。

【 0 0 4 6 】

BGA 2 0 の裏面には、接続端子として機能する複数のバンプ 3 0 が形成されている。各バンプ 3 0 は、例えば半球状の半田ボールから構成されている。

【 0 0 4 7 】

上記のように構成される外観検査装置では、リング照明器 1 3 によって光が照射され BGA 2 0 の裏面がカメラ 1 0 で撮影される。これにより、カメラ 1 0 からバンプ 3 0 が複数並んだ画像が得られる。この場合、得られた各バンプ 3 0 の画像はドーナツ形状を有する。このようなドーナツ形状の画像が得られる原理は、例えば特開平 8 - 2 0 3 9 7 2 号公報に説明されているので必要に応じて参照されたい。

【 0 0 4 8 】

このカメラ 1 0 から得られたアナログ画像信号は、A/D変換器 1 1 でデジタル画像信号に変換されて画像処理ユニット 1 2 に供給される。画像処理ユニット 1 2 は、ドーナツ形状を有するバンプが複数並んだ画像を処理することにより、バンプ 3 0 の外観を検査し、その合否を判定する。

【 0 0 4 9 】

以下、本発明の実施の形態を、画像処理ユニット 1 2 の構成及び動作を中心に説明する。

【 0 0 5 0 】

(実施の形態 1)

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る外観検査装置に適用される画像処理ユニット 1 2 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 1 】

画像処理ユニット 1 2 は、メモリ 1 2 0、2 値化部 1 2 1、ラベリング部 1 2 2、外接矩形形成部 1 2 3、検査用画像生成部 1 2 4 及び判定部 1 2 5 から構成されている。

【 0 0 5 2 】

メモリ 1 2 0 は、A/D変換器 1 1 からのデジタル画像信号をデジタル画像データとして格納する。このメモリ 1 2 0 に格納されたデジタル画像データは原画像を構成する。このメモリ 1 2 0 に格納されたデジタル画像データは 2 値化部 1 2 1 に送られる。なお、このメモリ 1 2 0 は、デジタル画像データを格納する他に、2 値化部 1 2 1、ラベリング部 1 2 2、外接矩形形成部 1 2 3、検査用画像生成部 1 2 4 及び判定部 1 2 5 のテンポラリバッファとしても使用される。

【0053】

2 値化部 1 2 1 は、メモリ 1 2 0 に格納されているデジタル画像データを 2 値化する。2 値化は、デジタル画像データを構成する各ピクセルの濃淡値が所定の閾値以上であるかどうかを調べ、閾値以上であれば「1」に、閾値より小さければ「0」にそれぞれ変換することにより行われる。この 2 値化部 1 2 1 で 2 値化された 2 値化画像データは、ラベリング部 1 2 2 に送られる。

【0054】

ラベリング部 1 2 2 は、2 値化部 1 2 1 から送られてきた 2 値化画像データ中の「1」の値を有するピクセルが連続している領域を抽出する。この処理を「ラベリング」と言い、ラベリングされた各画像をラベリング画像と呼ぶ。ラベリング部 1 2 2 は、ラベリングにより得られたラベリング画像を外接矩形形成部 1 2 3 に送る。

【0055】

外接矩形形成部 1 2 3 は、ラベリング部 1 2 2 から送られてきたのラベリング画像の外周に接する矩形（以下、「外接矩形」という）を形成する。この形成された外接矩形の内部が、この外観検査装置における処理単位になる。この外接矩形形成部 1 2 3 で形成された外接矩形を規定する外接矩形データは検査用画像生成部 1 2 4 に送られる。

【0056】

検査用画像生成部 1 2 4 は、外接矩形形成部 1 2 3 から送られてきた外接矩形データによって規定される外接矩形内のラベリング画像を反転し、この反転により得られた画像のうちの外接矩形とラベリング画像の外周とで形成される領域の部分を除去し、この除去により得られた画像をラベリング画像に加算することにより検査用画像を生成する。

【0057】

この検査用画像生成部 1 2 4 は、より具体的には、反転部 1 3 0、除去部 1 3 1 及び加算部 1 3 2 から構成されている。

【0058】

反転部 1 3 0 は、外接矩形内のラベリング画像を反転する。即ち、ラベリング

画像を構成するピクセルが「0」であれば「1」に、「1」であれば「0」にそれぞれ変換する。この反転部130でラベリング画像を反転することにより得られた反転画像は、除去部131に送られる。

【0059】

除去部131は、反転部130から送られてきた反転画像の外接矩形に接している部分を除去する。具体的には、外接矩形の各角とラベリング画像の外周とで形成される領域の各ピクセルが「0」にセットされる。この除去部131で除去処理が済んだ画像は、加算部132に送られる。

【0060】

加算部132は、ラベリング部122でラベリングされた外接矩形内のラベリング画像と、除去部131で除去処理が行われた画像とを加算する。この加算により、ラベリング画像の中空部が「1」で埋め込まれた検査用画像が生成される。この加算部132で生成された検査用画像は判定部125に送られる。

【0061】

判定部125は、検査用画像生成部124の加算部132から送られてくる検査用画像を検査し、BGA20の合否を判定する。この判定部125による検査は、検査用画像の面積を計算し、計算結果が所定範囲にあるかどうかを調べることにより行われる。面積の計算は、ラベリング画像中の「1」の値を有するピクセルの数を計数することにより行われる。この判定部125での判定結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られる。

【0062】

なお、判定部125による合否の判定は、検査用画像の径が所定範囲内にあるかどうか、又は検査用画像の円形度が所定範囲内にあるかどうかを調べることによって行うこともできる。或いはまた、この合否の判定は、検査用画像の面積、径及び円形度の少なくとも1つが所定範囲内にあるかどうかを調べることにより行うこともできる。

【0063】

なお、本明細書において「円形度」とは、検査用画像の形状の中の2値化のためのスレッショルド値以上を有するドット数から得られる面積と「（検査用画像

の形状の最大径 $\div 2$)²×円周率」により算出される面積との比を用いて円形に近い度合いを表したものを言う。円形度は、一般的には、検査用画像の形状の外周部を形成するドット数から得られる長さとして「検査用画像の形状の最大径×円周率」により算出される長さとの比で表されるが、検査用画像の形状がゆがむと円形の度合いが正しく表せないという欠点を有する。これに対し、本明細書における円形度は、検査用画像の形状のゆがみがあっても円形の度合いを正しく表すことができる。更に、潰れが生じたバンプ30の画像は、高輝度のドットが少なくなり円形度が低下するので、潰れが生じたバンプ30を検出するためにも有効である。

【0064】

また、検査用画像生成部124は、必ずしも、反転部130、除去部131及び加算部132から構成されている必要はない。この検査用画像生成部124は、ラベリング画像の中空部を「1」で埋め込むことができる種々の構成を採ることができる。例えば、単純に、ラベリング画像の外周内の全てのピクセルを「1」に変換するように構成することができる。

【0065】

次に、上記ように構成される画像処理ユニット12が適用された本発明の実施の形態1に係る外観検査装置の動作を、図3に示したフローチャート及び図4に示した説明図を参照しながら説明する。

【0066】

まず、検査対象物であるBGA20を台15に載置し、リング照明器13を点灯する。これにより、台15に載置されたBGA20に斜め上方から光が照射される。この状態で、カメラ10を作動させ、BGA20の全体を撮影する。この撮影により得られたアナログ画像信号は、上述したように、A/D変換器11でデジタル画像信号に変換され、デジタル画像データとして画像処理ユニット12内のメモリ120に格納される。この状態で、画像処理ユニット12は動作を開始する。

【0067】

まず、2値化部121は、メモリ120からデジタル画像データを読み出し（

ステップS10)、2値化する(ステップS11)。この2値化の結果、ドーナツ形状を有する複数のバンプ30が並んだ2値化画像データが得られる。この2値化画像データはラベリング部122に送られる。

【0068】

次いで、ラベリング部122は、2値化画像データをラベリングする(ステップS12)。これにより、ラベリングされた複数のバンプ30の画像が得られる。各バンプ30のラベリング画像は、バンプ30が著しく変形していない限り、図4(A)に示すようなドーナツ形状を有している。なお、図4(A)において、斜線部は「1」の値を有するピクセル、それ以外の部分は「0」の値を有するピクセルであり、以下においても同じである。

【0069】

このラベリングの処理が終了すると、以下では、複数のバンプ30のラベリング画像が1つずつ処理される。即ち、先ず、外接矩形形成部123は、図4(B)に示すように、ラベリング部122からの複数のラベリング画像の中から1つを選択し、そのラベリング画像の外接矩形40を形成する(ステップS13)。この外接矩形40を規定する外接矩形データは検査用画像生成部124内の反転部130に送られる。

【0070】

次いで、反転部130、外接矩形形成部123からの外接矩形データによって規定される外接矩形内のラベリング画像を反転する(ステップS14)。これにより、図4(C)に示すような反転画像が得られる。

【0071】

次いで、除去部131は、反転部130から送られてくる反転画像の外接矩形40に接している部分41を除去する(ステップS15)。これにより、図4(D)に示すような、ドーナツ形状の中空部の画像が得られる。

【0072】

次いで、加算部132は、図4(B)に示す、ラベリング部122で得られたラベリング画像と、図4(D)に示す、除去部131で得られた画像とを加算する(ステップS16)。これにより、図4(E)に示すような、ラベリング画像

の外周の内部の全てが「1」にセットされた検査用画像が得られる。

【0073】

次いで、検査対象物であるバンプ30の合否の判定が行われる（ステップS17）。このステップS17では、検査用画像の面積が所定範囲にあるかどうかを調べられ、合否が判定される。この判定部125における判定の結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られて表示される。

【0074】

次いで、全てのバンプ30の検査が完了したかどうか調べられ（ステップS18）、完了していないことが判断されると、ステップS13に戻って、上述したと同様の処理が行われる。そして、ステップS18で全てのバンプ30の検査が完了したことが判断されると、1つのBGA20の検査が完了する。

【0075】

以上のように構成される本発明の実施の形態1に係る外観検査装置と従来の外観検査装置との相違を比較して説明する。

【0076】

外観検査装置において得られるラベリング画像は、バンプ30の外観の相違によって異なる。今、図5（A）に示すラベリング画像を正常、図5（B）及び図5（C）に示すラベリング画像を異常とする。この場合、ラベリング画像の面積の大きさにて検査の合否を決定する従来の外観検査装置では、図5（A）、図5（B）及び図5（C）に示すラベリング画像の形状は異なるにも拘わらず、何れのラベリング画像も同一面積になる。その結果、異常なバンプも正常と判断されるのでバンプの合否の判定を正確に行うことができない。

【0077】

これに対し、この実施の形態1に係る外観検査装置における検査用画像は、バンプ30のラベリング画像の中空部を埋めた形状として得られるので、面積の大きさにて検査の合否を決定する場合であっても正常と異常とを区別することができ、正確な合否判定を行うことができる。従って、BGA20の外観検査の精度が向上する。

【0078】

(実施の形態 2)

本発明の実施の形態 2 に係る外観検査装置は、実施の形態 1 に係る外観検査装置において、検査用画像の外周をサブピクセル化したものである。なお、以下の各実施の形態では、実施の形態 1 と同じ又は相当部分には実施の形態 1 と同じ符号を付し、相違する部分を中心に説明する。

【0079】

この実施の形態 2 に係る外観検査装置の画像処理ユニット 1 2 a の構成を図 6 のブロック図に示す。この外観検査装置は、実施の形態 1 のそれに、サブピクセル化部 1 2 6 が追加されて構成されている。また、ラベリング部 1 2 2 a 及び判定部 1 2 5 a の機能が実施の形態 1 のラベリング部 1 2 2 及び判定部 1 2 5 とそれぞれ異なる。

【0080】

ラベリング部 1 2 2 a は、2 値化部 1 2 1 からの 2 値化画像データをラベリングしてラベリング画像を生成すると共に、ラベリング画像の外周を形成するピクセルの座標をメモリ 1 2 0 に順次格納する。なお、ラベリング画像の外周を形成するピクセルは、検査用画像の外周を形成するピクセルに等しいので、これらを「外周ピクセル」と総称する。

【0081】

サブピクセル化部 1 2 6 は、ラベリング部 1 2 2 a でメモリ 1 2 0 に格納された外周ピクセルの座標に基づいてサブピクセルを生成する。サブピクセル化は、例えば、1 つのピクセルの縦及び横を各々 1 0 個に分割して 1 0 0 個のサブピクセルを生成することにより行うことができる。

【0082】

サブピクセル化の対象となるピクセルの範囲は、外周ピクセル及びこれを囲む所定範囲のピクセル、例えば外周ピクセル及びこれを囲む 8 個のピクセルとすることができる。また、サブピクセル化には、例えば三次元的な曲線補間等といった周知の技術を用いることができる。

【0083】

判定部 1 2 5 a は、加算部 1 3 2 から送られてくる検査用画像を検査し、BG

A20の合否を判定する。検査は、検査用画像の面積を計算し、計算結果が所定範囲にあるかどうかを調べることにより行われる。面積の計算は、検査用画像中の「1」の値を有するピクセル及びサブピクセルの総数を計数することにより行われる。この判定部125aでの判定結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られる。

【0084】

次に、上記ように構成される画像処理ユニット12aが適用された本発明の実施の形態2に係る外観検査装置の動作を、図7に示したフローチャートを参照しながら説明する。

【0085】

先ず、検査対象物であるBGA20を撮影し、得られたデジタル画像データをメモリ120に格納し、このメモリ120からデジタル画像データを読み出して2値化する（ステップS10及びS11）するまでの動作は、実施の形態1のそれと同じである。2値化により得られた2値化画像データはラベリング部122に送られる。

【0086】

次いで、ラベリング部122aは、2値化画像データをラベリングする（ステップS12a）。この際、ラベリング部122aは、外周ピクセルの座標を図示しないメモリに順次格納する。

【0087】

次いで、実施の形態1と同様にして、外接矩形形成（ステップS13）、反転（ステップS14）、除去（ステップS15）及び加算（ステップS16）が順次行われる。これにより、図4（E）に示すような、検査用画像が得られる。

【0088】

次いで、サブピクセル化が行われる（ステップS20）。即ち、サブピクセル化部126は、上記ラベリング部122aでメモリ120に格納された外周ピクセルの座標に基づいて、外周ピクセル及びこれを囲む所定範囲のピクセルのサブピクセルを生成する。

【0089】

次いで、バンプ 3 0 の合否の判定が行われる（ステップ S 1 7 a）。即ち、このステップ S 1 7 a では、検査用画像の面積を計算し、計算結果が所定範囲にあるかどうかを調べることにより合否が判定される。面積の計算は、検査用画像中の「1」の値を有するピクセル及び「1」の値を有するサブピクセルの総数数を計数することにより行われる。この判定部 1 2 5 における判定の結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られて表示される。

【 0 0 9 0 】

次いで、全てのバンプ 3 0 の検査が完了したかどうか調べられ（ステップ S 1 8）、完了していないことが判断されると、ステップ S 1 3 に戻って、上述したと同様の処理が行われる。そして、ステップ S 1 8 で全てのバンプ 3 0 の検査が完了したことが判断されると、1 つの B G A 2 0 の検査が完了する。

【 0 0 9 1 】

以上説明したように、この実施の形態 2 に係る外観検査装置によれば、検査用画像の外周をサブピクセル化し、サブピクセル化された外周を有する検査用画像の面積を計算する。従って、上記実施の形態 1 に比べて面積計算の精度が向上するので、B G A 2 0 の検査精度を更に向上させることができる。

【 0 0 9 2 】

また、サブピクセル化する範囲は、検査用画像の全体ではなく、その外周だけであるので、サブピクセル化に要する時間を短くすることができる。なお、サブピクセル化する範囲は、検査用画像の全体とすることもできる。この場合、サブピクセル化の処理が簡単になるという利点がある。

【 0 0 9 3 】

（実施の形態 3）

本発明の実施の形態 3 に係る外観検査装置は、B G A の合否の判定を、原画像の濃淡値の総和に基づいて行うようにしたものである。

【 0 0 9 4 】

この実施の形態 3 に係る外観検査装置の画像処理ユニット 1 2 b の構成を図 8 のブロック図に示す。この外観検査装置では、実施の形態 1 の検査用画像生成部 1 2 4 の代わりに、濃淡値総和算出部 1 4 0 が設けられている。また、判定部 1

2 5 b の機能が実施の形態 1 の判定部 1 2 5 と異なる。

【 0 0 9 5 】

濃淡値総和算出部 1 4 0 は、外接矩形生成部 1 2 3 からの外接矩形データによって規定される外接矩形に対応するデジタル画像データをメモリ 1 2 0 から取り出す。そして、このデジタル画像データを構成する全てのピクセルが有する濃淡値を加算し、以て濃淡値総和を計算する。この濃淡値総和算出部 1 4 0 で生成された濃淡値総和は判定部 1 2 5 b に送られる。

【 0 0 9 6 】

判定部 1 2 5 b は、濃淡値総和算出部 1 4 0 から送られてくる濃淡値総和に基づいて検査を行い、BGA 2 0 の合否を判定する。検査は、濃淡値総和が予め定められた範囲内にあるかどうかを調べることにより行われる。この判定部 1 2 5 b での判定結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られる。

【 0 0 9 7 】

次に、上記ように構成される画像処理ユニット 1 2 b が適用された本発明の実施の形態 3 に係る外観検査装置の動作を、図 9 に示したフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 0 9 8 】

まず、検査対象物である BGA 2 0 を撮影し、得られたデジタル画像データをメモリ 1 2 0 に格納し、このメモリ 1 2 0 からデジタル画像データを読み出して 2 値化し、ラベリングし、更に外接矩形を形成する（ステップ S 1 0 ～ S 1 3）までの動作は、実施の形態 1 のそれと同じである。

【 0 0 9 9 】

次いで、濃淡値の総和が計算される（ステップ S 1 4 0）。即ち、濃淡値総和算出部 1 4 0 は、外接矩形形成部 1 2 3 からの外接矩形データによって規定される外接矩形に対応するデジタル画像データをメモリ 1 2 0 から取り出し、この取り出したデジタル画像データを構成する全てのピクセルが有する濃淡値を加算する。これにより、1 つの bumps 3 0 の濃淡値総和が算出される。

【 0 1 0 0 】

次いで、bumps 3 0 の合否の判定が行われる（ステップ S 1 7 b）。即ち、こ

のステップ S 1 7 b では、上記ステップ S 1 4 0 で得られた濃淡値の総和が所定範囲内にあるかどうかを調べられる。そして、所定範囲内であれば合格、そうでなければ不合格であると判定される。この判定部 1 2 5 b における判定の結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られて表示される。

【 0 1 0 1 】

次いで、全てのバンプ 3 0 について処理が完了したかどうか調べられ（ステップ S 1 8）、完了していないことが判断されると、ステップ S 1 3 に戻って、上述したと同様の処理が行われる。そして、ステップ S 1 8 で全てのバンプ 3 0 について処理が完了したことが判断されると、1 つの B G A 2 0 の検査が完了する。

【 0 1 0 2 】

以上説明したように、この実施の形態 3 に係る外観検査装置によれば、原画像の濃淡値に基づいて B G A 2 0 の合否を判定するようにしたので、2 値化に伴う量子化誤差を排除することができ、B G A 2 0 の検査精度を向上させることができる。

【 0 1 0 3 】

（実施の形態 4）

本発明の実施の形態 4 に係る外観検査装置は、実施の形態 3 に係る外観検査装置において、検査用画像の外周をサブピクセル化した後に濃淡値の総和を計算するようにしたものである。以下では、実施の形態 3 と同じ又は相当部分には実施の形態 3 と同じ符号を付し、相違する部分を中心に説明する。

【 0 1 0 4 】

この実施の形態 4 に係る外観検査装置の画像処理ユニット 1 2 c の構成を図 1 0 のブロック図に示す。この外観検査装置は、実施の形態 3 のそれに、サブピクセル化部 1 2 6 が追加されて構成されている。また、ラベリング部 1 2 2 c の機能は実施の形態 1 のそれと同じであり、及び濃淡値総和算出部 1 4 0 c の機能は実施の形態 3 の濃淡値総和算出部 1 4 0 と異なる。

【 0 1 0 5 】

ラベリング部 1 2 2 a は、2 値化部 1 2 1 から送られてくる 2 値化画像データ

をラベリングしてラベリング画像を生成する際、外周ピクセルの座標をメモリ 120 に順次格納する。

【0106】

サブピクセル化部 126 は、上記ラベリング部 122 a でメモリ 120 に格納された外周ピクセルの座標に基づいてサブピクセルを生成する。サブピクセル化の生成は、実施の形態 2 と同様に行うことができる。

【0107】

濃淡値総和算出部 140 a は、外接矩形生成部 123 からの外接矩形データによって規定される外接矩形に対応するデジタル画像データをメモリ 120 から取り出し、このデジタル画像データを構成する全てのピクセルのうち、サブピクセル化部 126 でサブピクセル化された部分は、全てのサブピクセルの濃淡値の総和を計算し、それ以外の部分は全てのピクセルの総和を計算し、これらを加算して濃淡値の総和を計算する。この濃淡値総和算出部 140 a で計算された濃淡値の総和は判定部 125 b に送られる。

【0108】

次に、上記ように構成される画像処理ユニット 12 c が適用された本発明の実施の形態 4 に係る外観検査装置の動作を、図 11 に示したフローチャートを参照しながら説明する。

【0109】

まず、検査対象物である BGA 20 を撮影し、得られたデジタル画像データをメモリ 120 に格納し、メモリ 120 からデジタル画像データを読み出して 2 値化し、ラベリングし、更に外接矩形を形成する（ステップ S10～S13）までの動作は、実施の形態 1 のそれと同じである。

【0110】

次いで、サブピクセル化が行われる（ステップ S126）。即ち、サブピクセル化部 126 は、上記ラベリング部 122 a でメモリ 120 に格納された外周ピクセルの座標に基づいて、この外周ピクセル及びこれを囲む所定範囲のピクセルのサブピクセルを生成する。

【0111】

次いで、濃淡値の総和が計算される（ステップ S 1 4 0 c）。即ち、濃淡値総和算出部 1 4 0 c は、上述したようにして、サブピクセル化された部分を含む原画像の濃淡値を計算する。これにより、1つのバンク 3 0 の濃淡値の総和が算出される。

【 0 1 1 2 】

次いで、バンク 3 0 の合否の判定が行われる（ステップ S 1 7 b）。即ち、このステップ S 1 7 b では、上記ステップ S 1 4 0 c で得られた濃淡値の総和が所定範囲内にあるかどうかを調べられる。そして、所定範囲内であれば合格、そうでなければ不合格であると判定される。この判定の結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られて表示される。

【 0 1 1 3 】

次いで、全てのバンク 3 0 について処理が完了したかどうか調べられ（ステップ S 1 8）、完了していないことが判断されると、ステップ S 1 3 に戻って、上述したと同様の処理が行われる。そして、ステップ S 1 8 で全てのバンク 3 0 について処理が完了したことが判断されると、1つの BGA 2 0 の検査が完了する。

【 0 1 1 4 】

以上説明したように、この実施の形態 3 に係る外観検査装置によれば、原画像の外周をサブピクセル化し、このサブピクセル化された原画像の濃淡値に基づいて BGA の合否を判定するようにしたので、BGA 2 0 の検査精度を、上記実施の形態 4 に係る外観検査装置より向上させることができる。

【 0 1 1 5 】

（実施の形態 5）

本発明の実施の形態 5 に係る外観検査装置は、BGA の合否の判定を、原画像の濃淡値の平均値に基づいて行うようにしたものである。

【 0 1 1 6 】

この実施の形態 5 に係る外観検査装置の画像処理ユニット 1 2 d の構成を図 1 2 のブロック図に示す。この外観検査装置は、実施の形態 3 のそれに、面積算出部 1 4 1 及び平均濃淡値算出部 1 4 2 が追加されて構成されている。

【0117】

面積算出部141は、ラベリング画像の面積を算出する。面積の計算は、ラベリング画像中の「1」の値を有するピクセルの数を計数することにより行われる。この面積算出部141で算出された面積は平均濃淡値算出部142に送られる。

【0118】

平均濃淡値算出部142は、濃淡値総和算出部140で算出された濃淡値の総和を、面積算出部141で算出された面積で除すことにより、平均濃淡値を算出する。この平均濃淡値算出部142で算出された平均濃淡値は判定部125bに送られる。

【0119】

次に、上記ように構成される画像処理ユニット12dが適用された本発明の実施の形態5に係る外観検査装置の動作を、図13に示したフローチャートを参照しながら説明する。

【0120】

先ず、検査対象物であるBGA20を撮影し、得られたデジタル画像データをメモリ120に格納し、メモリ120からデジタル画像データを読み出して2値化し、ラベリングし、更に外接矩形を形成する（ステップS10～S13）までの動作は、実施の形態1のそれと同じである。

【0121】

次いで、濃淡値の総和が計算される（ステップS140）。即ち、濃淡値総和算出部140は、外接矩形形成部123からの外接矩形データによって規定される外接矩形に対応するデジタル画像データをメモリ120から取り出し、この取り出したデジタル画像データを構成する全てのピクセルの濃淡値を加算する。これにより、1つのバンプ30の濃淡値の総和が算出される。

【0122】

次いで、面積計算が行われる（ステップS141）。即ち、面積算出部141によって、上述した方法でラベリング画像の面積を算出する。次いで、平均濃淡値が計算される（ステップS142）。即ち、ステップS140で算出された濃

濃淡値総和を、ステップS141で算出された面積で除すことにより、平均濃淡値が算出される。

【0123】

次いで、バンプ30の可否の判定が行われる（ステップS17b）。即ち、上記ステップS142で得られた平均濃淡値が所定範囲内にあるかどうかを調べられる。そして、所定範囲内であれば合格、そうでなければ不合格であると判定される。この判定部125bにおける判定の結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られて表示される。

【0124】

次いで、全てのバンプ30について処理が完了したかが調べられ（ステップS18）、完了していないことが判断されると、ステップS13に戻って、上述したと同様の処理が行われる。そして、ステップS18で全てのバンプ30について処理が完了したことが判断されると、1つのBGA20の検査が完了する。

【0125】

以上説明したように、この実施の形態5に係る外観検査装置によれば、原画像の濃淡値の平均値に基づいてBGAの可否を判定するようにしたので、2値化に伴う量子化誤差を排除することができ、BGA20の検査精度を向上させることができる。

【0126】

なお、この実施の形態5においても、実施の形態4と同様に、ラベリング画像の外周をサブピクセル化して濃淡値総和の計算及び面積計算を行うように構成できる。この構成によれば、BGA20の検査精度を更に向上させることができる。

【0127】

（実施の形態6）

本発明の実施の形態6に係る外観検査装置は、BGAの可否の判定を、原画像の平均濃淡値の総和（以下、「総平均濃淡値」という）に基づいて行うようにしたものである。

【 0 1 2 8 】

この実施の形態 6 に係る外観検査装置の画像処理ユニット 1 2 e の構成を図 1 4 のブロック図に示す。この外観検査装置は、実施の形態 5 のそれに、総平均濃淡値算出部 1 4 3 が追加されて構成されている。

【 0 1 2 9 】

総平均濃淡値算出部 1 4 3 は、BGA 2 0 の全バンプの平均濃淡値を算出する。これは、平均濃淡値算出部 1 4 2 で算出された各バンプの平均濃淡値を加算し、BGA 2 0 のバンプ 3 0 の数で除すことにより求められる。

【 0 1 3 0 】

次に、上記ように構成される画像処理ユニット 1 2 e が適用された本発明の実施の形態 6 に係る外観検査装置の動作を、図 1 5 に示したフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 1 3 1 】

まず、検査対象物である BGA 2 0 を撮影し、得られたデジタル画像データをメモリ 1 2 0 に格納し、メモリ 1 2 0 からデジタル画像データを読み出して 2 値化し、ラベリングし、更に外接矩形を形成する（ステップ S 1 0 ～ S 1 3）までの動作は、実施の形態 1 のそれと同じである。

【 0 1 3 2 】

次いで、実施の形態 5 と同様にして、濃淡値の総和の計算（ステップ S 1 4 0 c）、面積計算（ステップ S 1 4 1）及び平均濃淡値計算（ステップ S 1 4 2）が順次行われる。次いで、総平均濃淡値計算が行われる（ステップ S 1 4 3）。この総平均濃淡値計算は、前回の計算によりメモリ 1 2 0 に格納されている総平均濃淡値にステップ S 1 4 2 で計算された平均濃淡値を加算して $1/2$ にすることにより行われる。

【 0 1 3 3 】

次いで、全てのバンプ 3 0 について処理が完了したかどうか調べられ（ステップ S 1 8）、完了していないことが判断されると、ステップ S 1 3 に戻って、上述したと同様の処理が行われる。そして、ステップ S 1 8 で全てのバンプ 3 0 について処理が完了したことが判断されると、次いで、バンプ 3 0 の合否の判定

が行われる（ステップ S17b）。

【0134】

即ち、全てのバンプ30についての処理が完了した時点では、メモリ120には全バンプに対する総平均濃淡値が格納されているので、判定部125bは、メモリ120内の総平均濃淡値が所定範囲内にあるかどうかを調べる。そして、所定範囲内であれば合格、そうでなければ不合格であると判定する。この判定部125bにおける判定の結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られて表示される。以上により、BGA20の検査を終了する。

【0135】

以上説明したように、この実施の形態6に係る外観検査装置によれば、原画像の濃淡値の平均値に基づいてBGAの合否を判定するようにしたので、2値化に伴う量子化誤差を排除することができ、BGA20の検査精度を向上させることができる。

【0136】

なお、上記判定部125bでの判定は、平均濃淡値算出部142で算出された平均濃淡値と総平均濃淡値算出部143で算出された総平均濃淡値との差又は総平均濃淡値算出部143で算出された総平均濃淡値に対する平均濃淡値算出部142で算出された平均濃淡値の割合に基づいてBGA20の合否を判定するように構成できる。

【0137】

また、上記総平均濃淡値は、全バンプ30の平均濃淡値を算出し、この算出された平均濃淡値を更に平均することにより算出するように構成したが、全バンプ30の総濃淡値を算出し、この算出された総濃淡値を全バンプ30の面積で除すことにより算出してもよい。この構成によれば、各バンプ30についての平均濃淡値の計算が不要になるので、処理の高速化が図れる。

【0138】

また、この実施の形態6においても、実施の形態4と同様に、ラベリング画像の外周をサブピクセル化して濃淡値総和の計算及び面積計算を行うように構成できる。この構成によれば、BGA20の検査精度を更に向上させることができる。

【 0 1 3 9 】

(実施の形態 7)

本発明の実施の形態 7 に係る外観検査装置は、BGA の合否の判定を、外周ピクセル間の距離に基づいて行うようにしたものである。

【 0 1 4 0 】

この実施の形態 7 に係る外観検査装置の画像処理ユニット 1 2 f の構成を図 1 6 のブロック図に示す。この外観検査装置は、実施の形態 1 の検査用画像生成部 1 2 4 の代わりに、距離算出部 1 5 0 及び最大距離算出部 1 5 1 が設けられて構成されている。また、判定部 1 2 5 c の機能が、実施の形態 1 のそれと異なる。

【 0 1 4 1 】

距離算出部 1 5 0 は、複数の外周ピクセル中の 2 つの外周ピクセルの組合せの全てについて、2 つの外周ピクセル間の距離を算出する。この距離算出部 1 5 0 で算出された複数の距離は、最大距離算出部 1 5 1 に送られる。

【 0 1 4 2 】

最大距離算出部 1 5 1 は、距離算出部 1 5 0 で算出された距離の中から最大のものを求める。そして、求められた最大の距離を判定部 1 2 5 c に送る。

【 0 1 4 3 】

判定部 1 2 5 c は、最大距離算出部 1 5 1 から送られてくる最大距離が所定範囲内にあるかどうかに基づいて BGA 2 0 の合否を判定する。この判定部 1 2 5 c での判定結果は、例えば外部のディスプレイ装置 (図示しない) に送られる。

【 0 1 4 4 】

次に、上記ように構成される画像処理ユニット 1 2 f が適用された本発明の実施の形態 5 に係る外観検査装置の動作を、図 1 3 に示したフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 1 4 5 】

まず、検査対象物である BGA 2 0 を撮影し、得られたデジタル画像データをメモリ 1 2 0 に格納し、メモリ 1 2 0 からデジタル画像データを読み出して 2 値化し、ラベリングし、更に外接矩形を形成する (ステップ S 1 0 ~ S 1 3) まで

の動作は、実施の形態 1 のそれと同じである。

【0 1 4 6】

次いで、距離の算出が行われる（ステップ S 1 5 0）。即ち、距離算出部 1 5 0 は、上述したように、複数の外周ピクセル中の 2 つのピクセルの組合せの全てについて、2 つの外周ピクセル間の距離を算出する。

【0 1 4 7】

次いで、最大距離の算出が行われる（ステップ S 1 5 1）。即ち、最大距離算出部 1 5 1 は、ステップ S 1 5 1 で算出された複数の距離の中から最大のものを求める。

【0 1 4 8】

次いで、バンプ 3 0 の合否の判定が行われる（ステップ S 1 7 c）。即ち、上記ステップ S 1 5 1 で得られた最大距離が所定範囲内にあるかどうか調べられる。そして、所定範囲内であれば合格、そうでなければ不合格であると判定される。この判定の結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られて表示される。

【0 1 4 9】

次いで、全てのバンプ 3 0 について処理が完了したかどうか調べられ（ステップ S 1 8）、完了していないことが判断されると、ステップ S 1 3 に戻って、上述したと同様の処理が行われる。そして、ステップ S 1 8 で全てのバンプ 3 0 について処理が完了したことが判断されると、1 つの B G A 2 0 の検査が完了する。

【0 1 5 0】

以上説明したように、この実施の形態 7 に係る外観検査装置によれば、外周ピクセル間の距離に基づいて B G A の合否を判定するようにしたので、バンプの画像の面積からは判断できないバンプ 3 0 の外形の異常を排除することができ、B G A 2 0 の検査精度を向上させることができる。

【0 1 5 1】

（実施の形態 8）

本発明の実施の形態 8 に係る外観検査装置は、実施の形態 7 に係る外観検査装

置において、ラベリング画像の外周をサブピクセル化したものである。

【0152】

この実施の形態8に係る外観検査装置の画像処理ユニット12gの構成を図18のブロック図に示す。この外観検査装置は、実施の形態7のそれに、サブピクセル化部126、サブピクセル距離算出部152及びサブピクセル最大距離算出部153が追加されて構成されている。また、ラベリング部122aは実施の形態2のそれと同じである。

【0153】

サブピクセル化部126は、上記最大距離を形成する1組の外周ピクセル、即ち、第1ピクセルと第2ピクセルの各々の周囲をサブピクセル化し、第1サブピクセル画像及び第2サブピクセル画像をそれぞれ生成する。サブピクセル化は、実施の形態2のそれと同様にして行うことができる。

【0154】

サブピクセル距離算出部152は、第1サブピクセル画像の外周を形成する複数のサブピクセルと、第2サブピクセル画像の外周を形成する複数のサブピクセルとの組合せの全てについて、2つのサブピクセル間の距離を算出する。このサブピクセル距離算出部152で算出された複数の距離は、サブピクセル最大距離算出部153に送られる。

【0155】

サブピクセル最大距離算出部153は、サブピクセル距離算出部152で算出された距離の中から最大のものを求めて判定部125bに送る。

【0156】

次に、上記ように構成される画像処理ユニット12gが適用された本発明の実施の形態8に係る外観検査装置の動作を、図19に示したフローチャート及び図20に示した説明図を参照しながら説明する。

【0157】

先ず、検査対象物であるBGA20を撮影し、得られたデジタル画像データをメモリ120に格納し、メモリ120からデジタル画像データを読み出して2値化し、ラベリングし、更に外接矩形を形成する（ステップS10～S13）まで

の動作は、実施の形態 1 のそれと同じである。

【0158】

次いで、実施の形態 7 と同様にして、距離の算出（ステップ S 1 5 0）及び最大距離の算出（ステップ S 1 5 1）が行われる。これにより、図 2 0（A）に示すような、最大距離を構成する第 1 ピクセル及び第 2 ピクセルが求められる。

【0159】

次いで、サブピクセル化が行われる（ステップ S 1 2 6）。このサブピクセル化は、図 2 0（B）に示すように、ステップ S 1 5 1 で算出された最大距離を構成する第 1 ピクセル及び第 2 ピクセルの周囲に対して行われる。

【0160】

次いで、サブピクセル間の距離の算出が行われる（ステップ S 1 5 2）。即ち、サブピクセル距離算出部 1 5 2 は、第 1 サブピクセル画像の外周を形成する複数のサブピクセルと、第 2 サブピクセル画像の外周を形成する複数のサブピクセルとの組合せの全てについて、2 つのサブピクセル間の距離を算出する。

【0161】

次いで、サブピクセル間の最大距離の算出が行われる（ステップ S 1 5 3）。即ち、サブピクセル最大距離算出部 1 5 3 は、サブピクセル距離算出部 1 5 2 で算出された距離の中から最大のものを求める。

【0162】

次いで、バンプ 3 0 の可否の判定が行われる（ステップ S 1 7 b）。即ち、上記ステップ S 1 5 3 で得られたサブピクセル間の最大距離が所定範囲内にあるかどうか調べられる。そして、所定範囲内であれば合格、そうでなければ不合格であると判定される。この判定部 1 2 5 b における判定の結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られて表示される。

【0163】

次いで、全てのバンプ 3 0 について処理が完了したかどうか調べられ（ステップ S 1 8）、完了していないことが判断されると、ステップ S 1 3 に戻って、上述したと同様の処理が行われる。そして、ステップ S 1 8 で全てのバンプ 3 0 について処理が完了したことが判断されると、1 つの B G A 2 0 の検査が完了す

る。

【0164】

以上説明したように、この実施の形態8に係る外観検査装置によれば、ラベリング画像の外周を形成するサブピクセル間の距離に基づいてBGAの合否を判定するようにしたので、距離の精度が上記実施の形態7より向上する。その結果、パンプの外形の異常を高精度で排除することができ、BGA20の検査精度を向上させることができる。

【0165】

また、最大距離を構成する2つのピクセルの周囲だけサブピクセル化するようにしたので、サブピクセル化に要する時間を短くすることができる。なお、サブピクセル化する範囲は、第1ピクセル及び第2ピクセルの周だけに限らず、検査用画像の全体とすることもできる。この場合、サブピクセル化の処理が簡単になる。

【0166】

この実施の形態8に係る外観検査装置は、以下のように変形できる。即ち、最大距離算出部151は、最大距離のみならず、最大距離から所定範囲の距離を形成する複数組のピクセル間の距離を算出する。そして、サブピクセル化部126は、距離を構成する2つのピクセルの周囲を、全ての組についてサブピクセル化する。

【0167】

サブピクセル距離算出部152は、サブピクセル化部126で生成された一方のピクセルのサブピクセル画像の中の、ラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の1つと、他方のサブピクセル画像の中のラベリング画像の外周を形成する複数のサブピクセルの中の1つとの組み合わせの全てについて、2つのサブピクセル間の距離を算出する処理を、複数組の各々について行う。

【0168】

そして、サブピクセル最大距離算出部153は、サブピクセル最大距離算出部153で算出された複数の距離の中の最大の距離を求め、判定部125bに送る。

【 0 1 6 9 】

この構成によれば、ピクセル間の距離は最大であっても、実際の距離は最大でないという事態の発生を回避できるので、ラベリング画像におけるバンプ 3 0 の真の最大距離を求めることができる。

【 0 1 7 0 】

(実施の形態 9)

本発明の実施の形態 9 に係る外観検査装置は、BGA の合否の判定を、ラベリング画像の中心又は重心から、その外周ピクセルまでの距離に基づいて行うようにしたものである。

【 0 1 7 1 】

この実施の形態 9 に係る外観検査装置の画像処理ユニット 1 2 h の構成を図 2 1 のブロック図に示す。この外観検査装置は、実施の形態 1 の検査用画像生成部 1 2 4 の代わりに、重心算出部 1 6 0 及び最大距離算出部 1 6 1 が設けられて構成されている。ラベリング部 1 2 2 a は、実施の形態 2 のそれと同じである。判定部 1 2 5 c は、実施の形態 7 のそれと同じである。

【 0 1 7 2 】

重心算出部 1 6 0 は、ラベリング画像の重心を算出する。重心の算出には周知の種々の方法を用いることができる。

【 0 1 7 3 】

最大距離算出部 1 6 1 は、重心からの最も遠い位置にある外周ピクセルの位置を求め、この求められた位置か最も遠い位置にある外周ピクセルを算出する。そして、求められた最大の距離を判定部 1 2 5 c に送る。

【 0 1 7 4 】

次に、上記ように構成される画像処理ユニット 1 2 h が適用された本発明の実施の形態 5 に係る外観検査装置の動作を、図 2 2 に示したフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 1 7 5 】

まず、検査対象物である BGA 2 0 を撮影し、得られたデジタル画像データをメモリ 1 2 0 に格納し、メモリ 1 2 0 からデジタル画像データを読み出して 2 値

化し、ラベリングし、更に外接矩形を形成する（ステップS10～S13）までの動作は、実施の形態1のそれと同じである。

【0176】

次いで、重心の算出が行われる（ステップS160）。即ち、重心算出部160は、上述したように、ラベリング画像の重心を算出する。

【0177】

次いで、最大距離の算出が行われる（ステップS161）。即ち、最大距離算出部161は、重心からの最も遠い位置にある外周ピクセルの位置を求め、この求められた位置か最も遠い位置にある外周を形成するピクセルを算出する。

【0178】

次いで、バンプ30の可否の判定が行われる（ステップS17b）。即ち、上記ステップS151で得られた最大距離が所定範囲内にあるかどうか調べられる。そして、所定範囲内であれば合格、そうでなければ不合格であると判定される。この判定の結果は、例えば外部のディスプレイ装置（図示しない）に送られて表示される。

【0179】

次いで、全てのバンプ30について処理が完了したかどうか調べられ（ステップS18）、完了していないことが判断されると、ステップS13に戻って、上述したと同様の処理が行われる。そして、ステップS18で全てのバンプ30について処理が完了したことが判断されると、1つのBGA20の検査が完了する。

【0180】

以上説明したように、この実施の形態9に係る外觀検査装置によれば、実施の形態7のように、ラベリング画像の外周を形成する複数のピクセル中の2つのピクセルの組合せの全てについて、2つのピクセル間の距離を算出する必要がないので、高速な処理が可能になる。この場合、実施の形態7のように、真の最大距離を求めることができないが、最大距離に近いピクセルの組を求めることができるので実用に十分に耐え得る。

【0181】

また、上述した重心算出部 1 6 0 は、ラベリング画像の中心を算出する中心算出部に変更することができる。中心の算出には周知の種々の方法を用いることができる。この構成によっても、上記と略同様の効果を奏する。

【 0 1 8 2 】

なお、上述した各実施の形態のうち、実施の形態 1 及び 2 からなるグループの外観検査装置の機能、実施の形態 3 ～ 6 からなるグループの外観検査装置の機能、及び実施の形態 7 ～ 9 からなるグループの外観検査装置の機能を任意に組み合わせて新たな外観検査装置を構成できる。この構成によれば、上記各グループの外観検査装置の特徴を含む高い検査精度を有する外観検査装置を構成できる。

【 0 1 8 3 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、安価であるにも拘わらず高精度で外観検査を行うことのできる外観検査方法及び外観検査装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の各実施の形態に係る外観検査装置の概略構成を示す図である。

【図 2】

本発明の実施の形態 1 に係る外観検査装置の画像処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 3】

本発明の実施の形態 1 に係る外観検査装置の動作を示すフローチャートである。

【図 4】

本発明の実施の形態 1 に係る外観検査装置の動作を説明するための図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 1 に係る外観検査装置による処理結果を従来の外観検査装置と比較して説明するための図である。

【図 6】

本発明の実施の形態 2 に係る外観検査装置の画像処理ユニットの構成を示すブ

ロック図である。

【図 7】

本発明の実施の形態 2 に係る外観検査装置の動作を示すフローチャートである。

【図 8】

本発明の実施の形態 3 に係る外観検査装置の画像処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 9】

本発明の実施の形態 3 に係る外観検査装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 0】

本発明の実施の形態 4 に係る外観検査装置の画像処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 1 1】

本発明の実施の形態 4 に係る外観検査装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 2】

本発明の実施の形態 5 に係る外観検査装置の画像処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 1 3】

本発明の実施の形態 5 に係る外観検査装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 4】

本発明の実施の形態 6 に係る外観検査装置の画像処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 1 5】

本発明の実施の形態 6 に係る外観検査装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 6】

本発明の実施の形態 7 に係る外観検査装置の画像処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 1 7】

本発明の実施の形態 7 に係る外観検査装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 8】

本発明の実施の形態 8 に係る外観検査装置の画像処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 1 9】

本発明の実施の形態 8 に係る外観検査装置の動作を示すフローチャートである。

【図 2 0】

本発明の実施の形態 8 に係る外観検査装置の動作を説明するための図である。

【図 2 1】

本発明の実施の形態 9 に係る外観検査装置の画像処理ユニットの構成を示すブロック図である。

【図 2 2】

本発明の実施の形態 9 に係る外観検査装置の動作を示すフローチャートである。

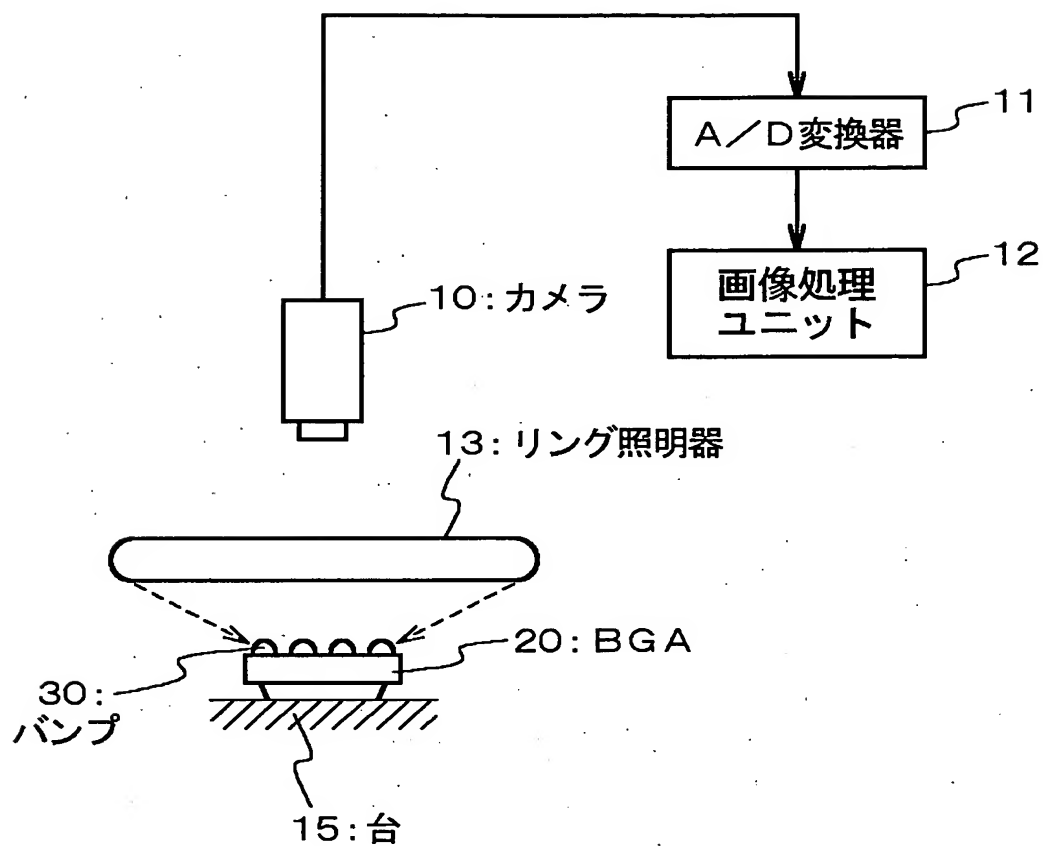
【符号の説明】

- 1 0 カメラ
- 1 1 A/D変換器
- 1 2 画像処理ユニット
- 1 3 リング照明器
- 2 0 BGA
- 3 0 パンプ
- 1 2 0 メモリ
- 1 2 1 2 値化部
- 1 2 2 ラベリング部

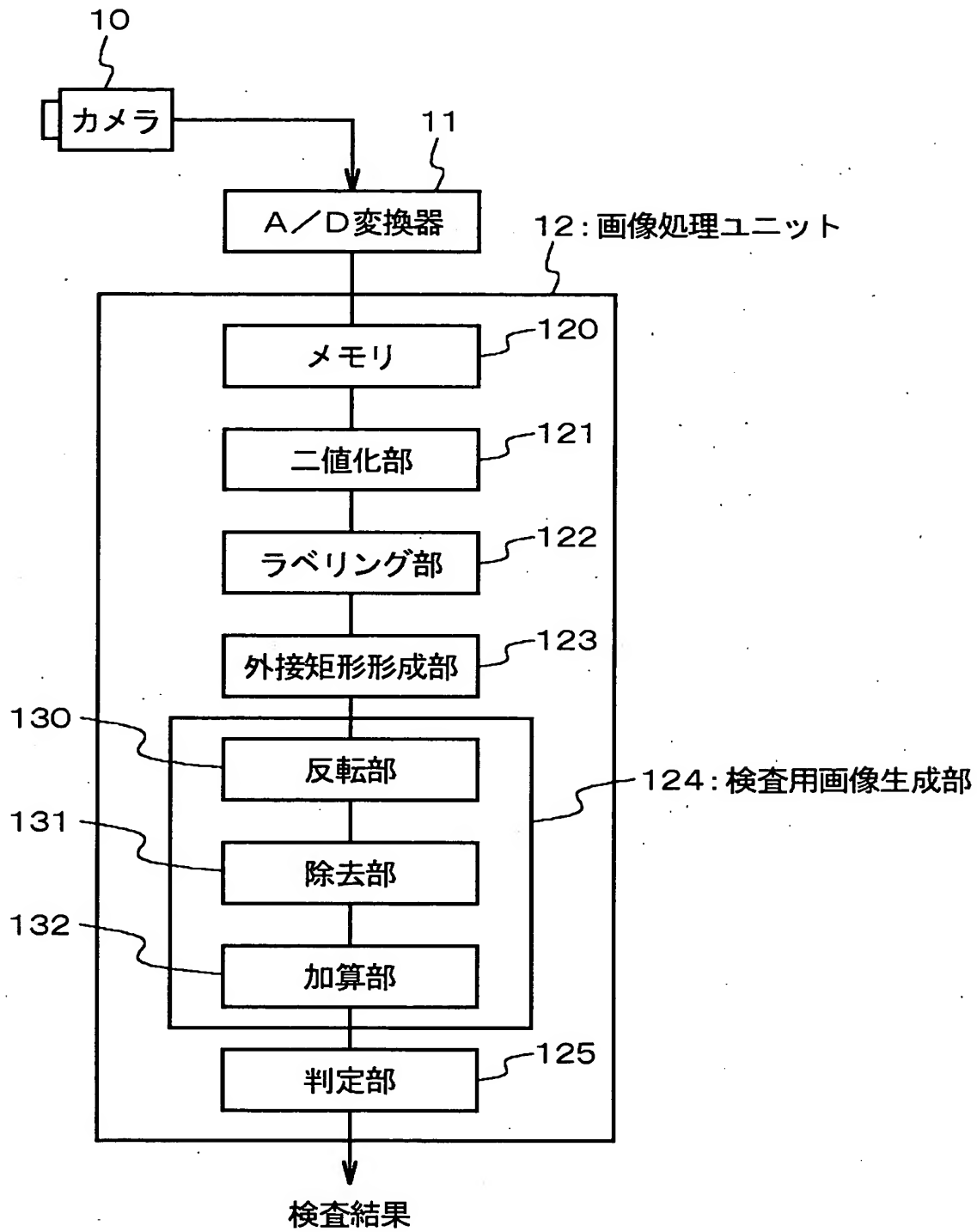
- 1 2 3 外接矩形形成部
- 1 2 4 検査用画像生成部
- 1 2 5 判定部
- 1 2 5 サブピクセル化部
- 1 3 0 反転部
- 1 3 1 除去部
- 1 3 2 加算部
- 1 4 0 濃淡値総和算出部
- 1 4 1 面積算出部
- 1 4 2 平均濃淡値算出部
- 1 4 3 総平均濃淡値算出部
- 1 5 0 距離算出部
- 1 5 1 最大距離算出部
- 1 5 2 サブピクセル距離算出部
- 1 5 3 サブピクセル最大距離算出部
- 1 6 0 重心算出部
- 1 6 1 最大距離算出部

【書類名】 図面

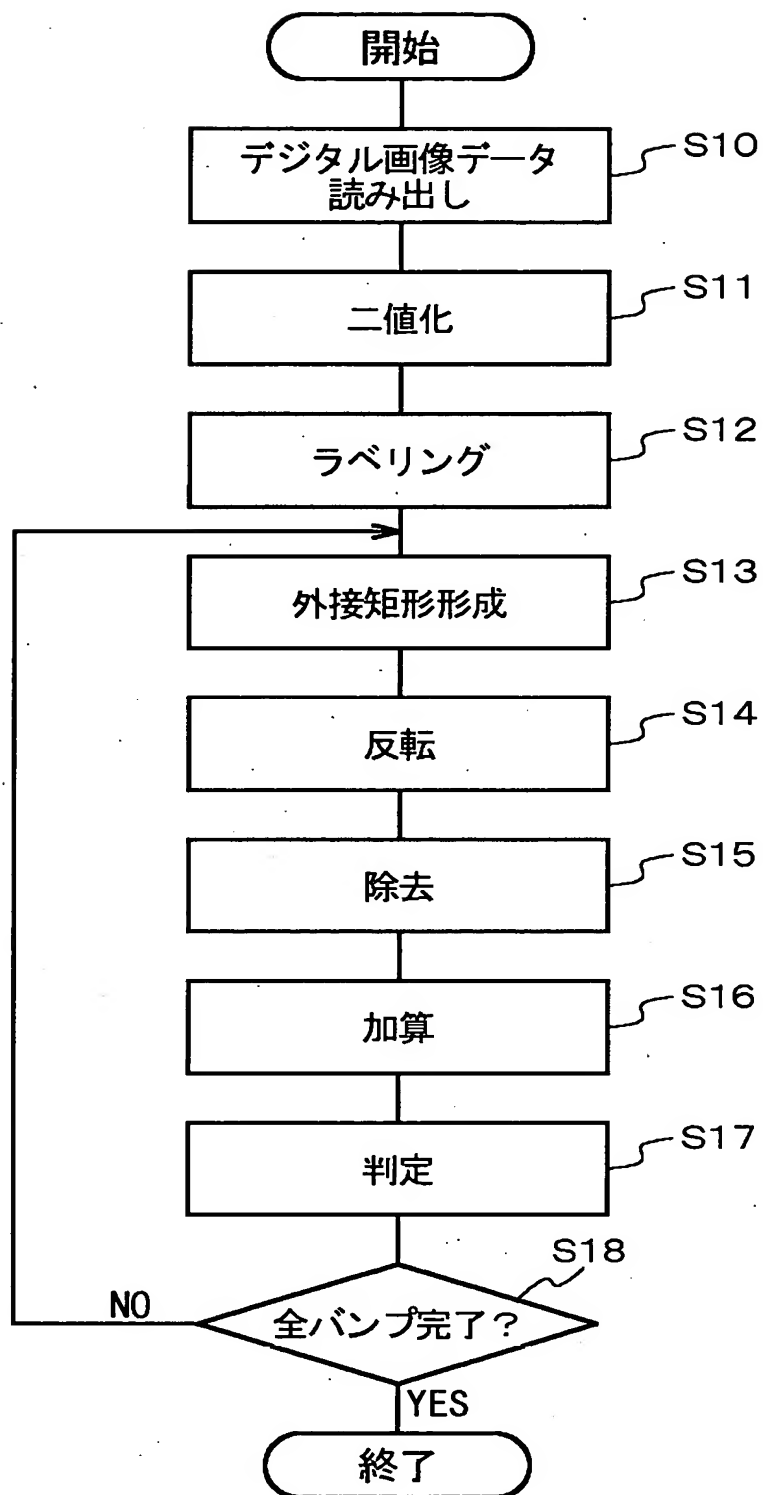
【図1】



【図 2】

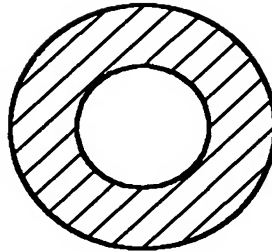


【図 3】

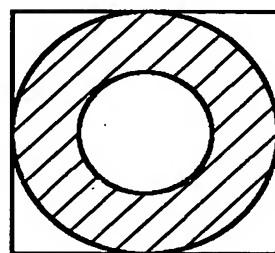


【図 4】

(A)

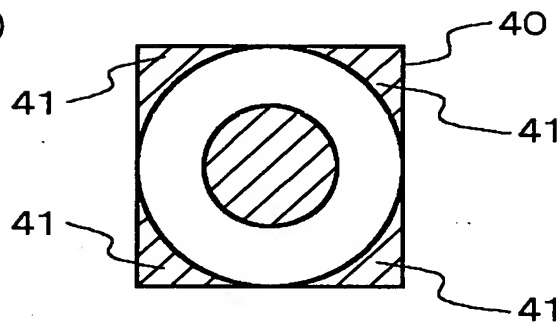


(B)

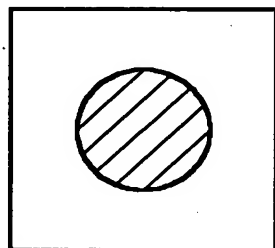


40: 外接矩形

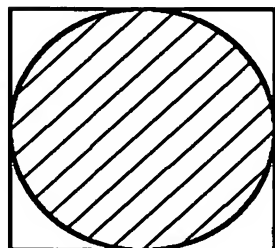
(C)



(D)



(E)



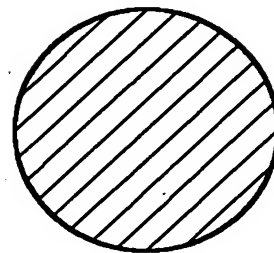
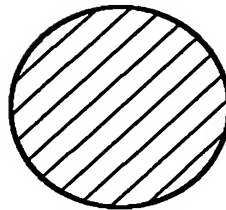
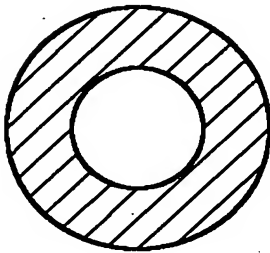
【図5】

<ラベリング画像>

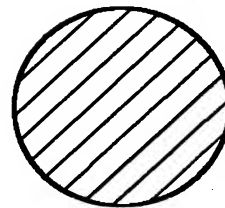
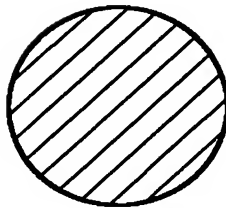
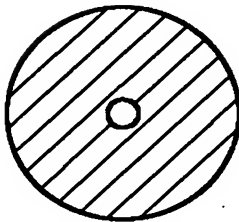
<従来>

<実施の形態1>

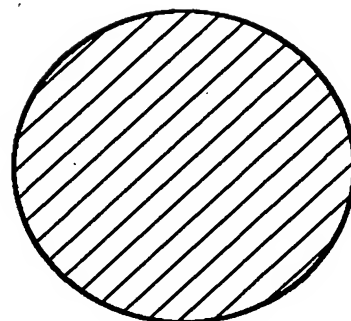
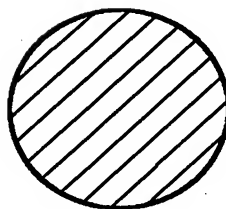
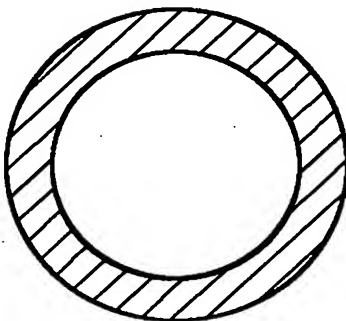
(A)



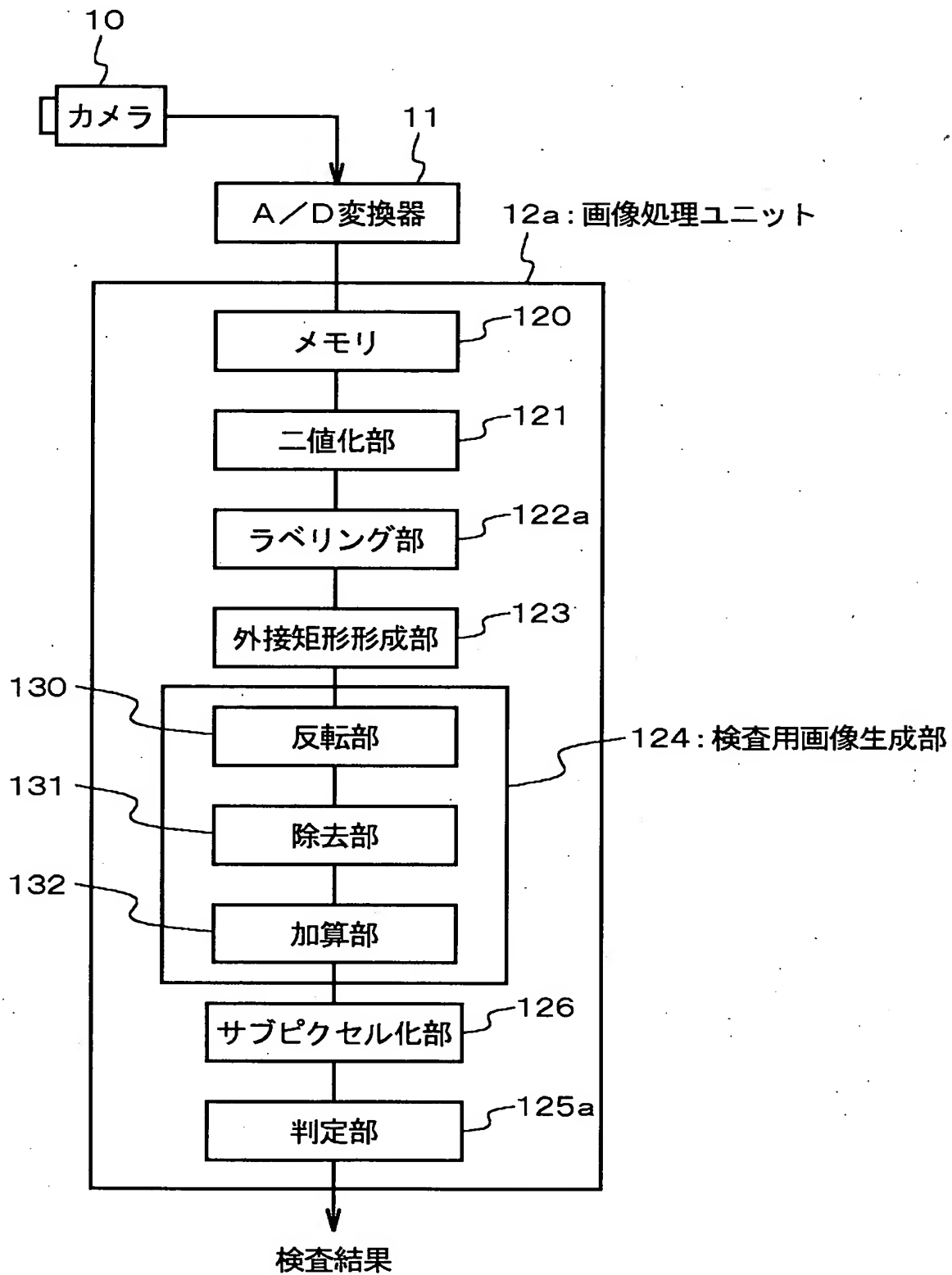
(B)



(C)

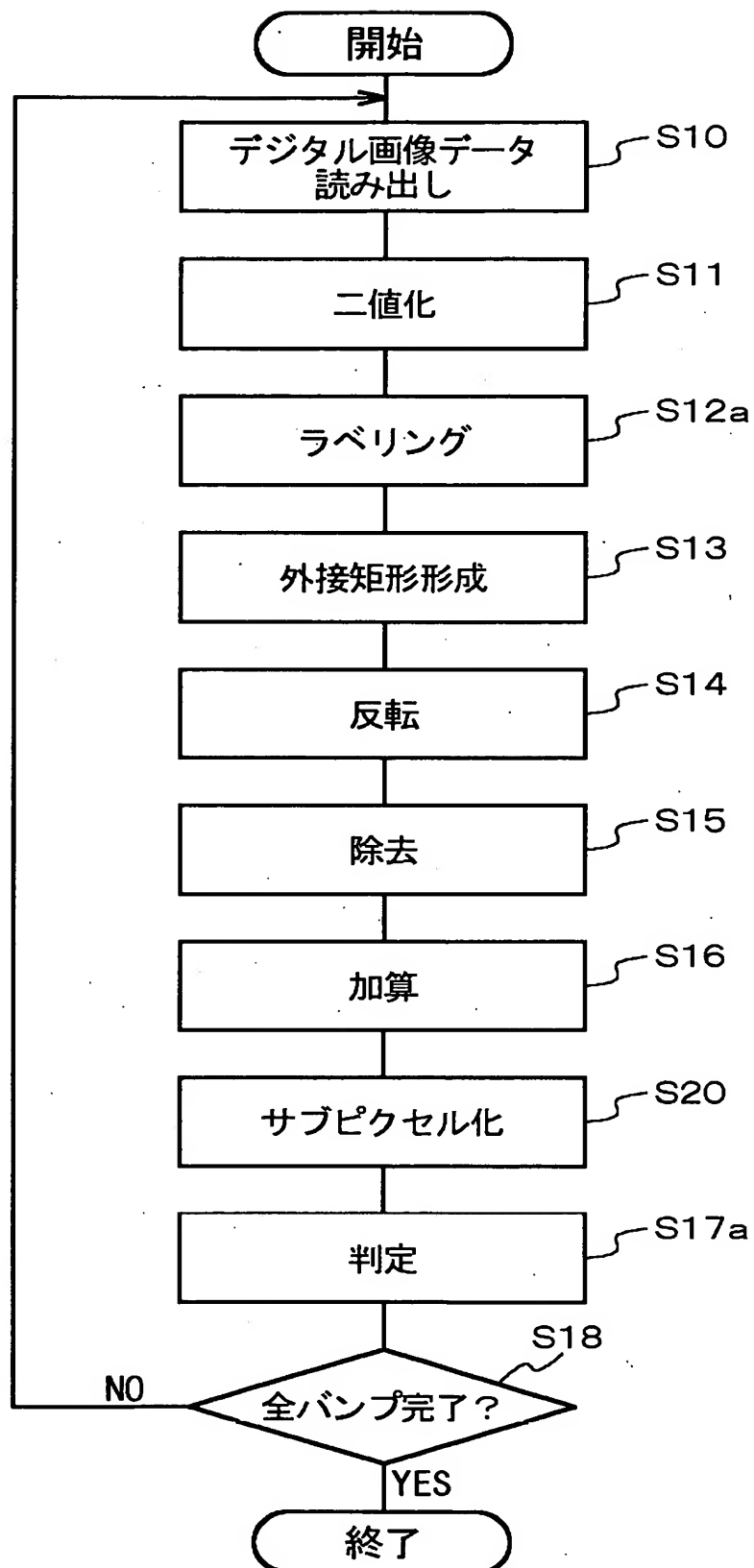


【図6】

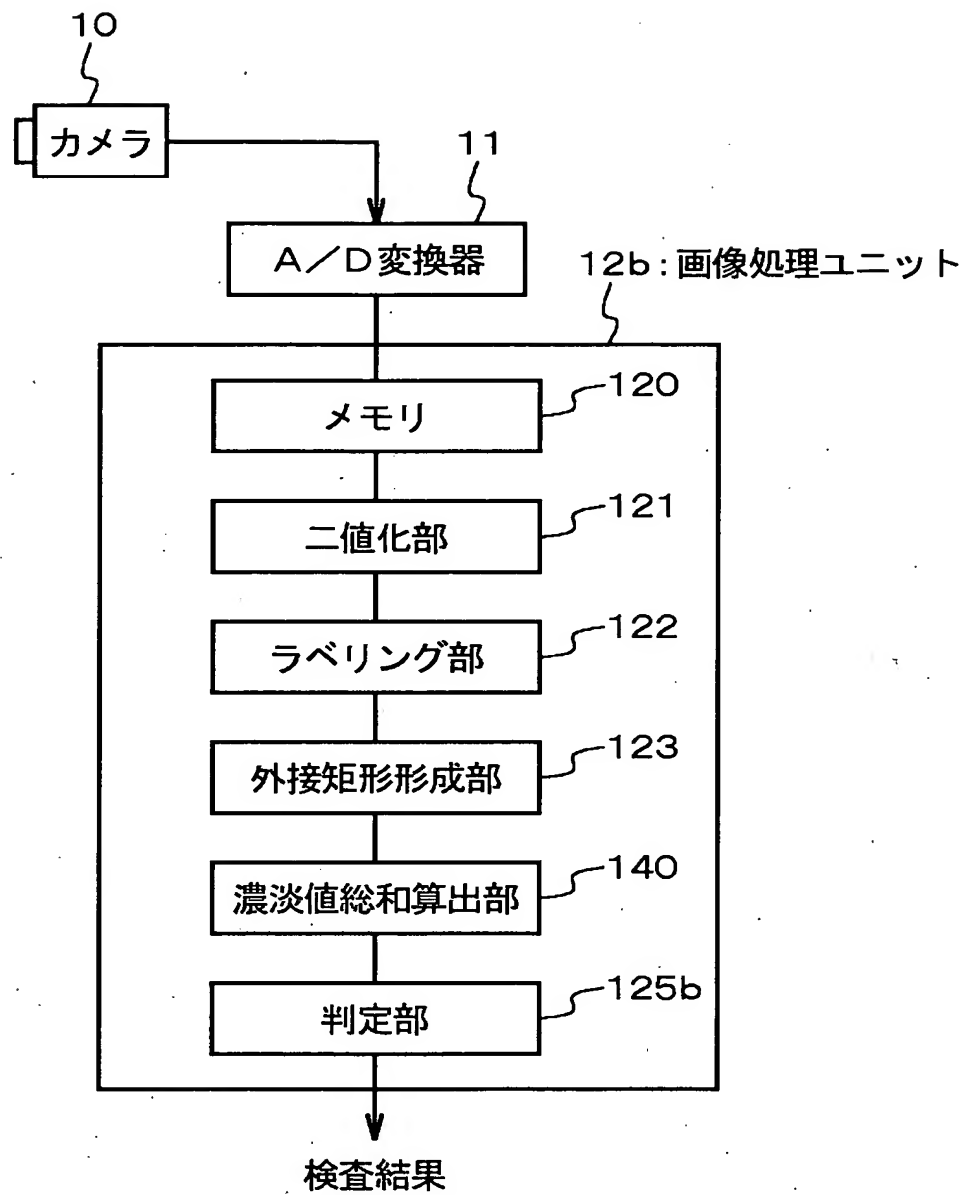


特 2 0 0 1 - 0 3 7 4 9 7

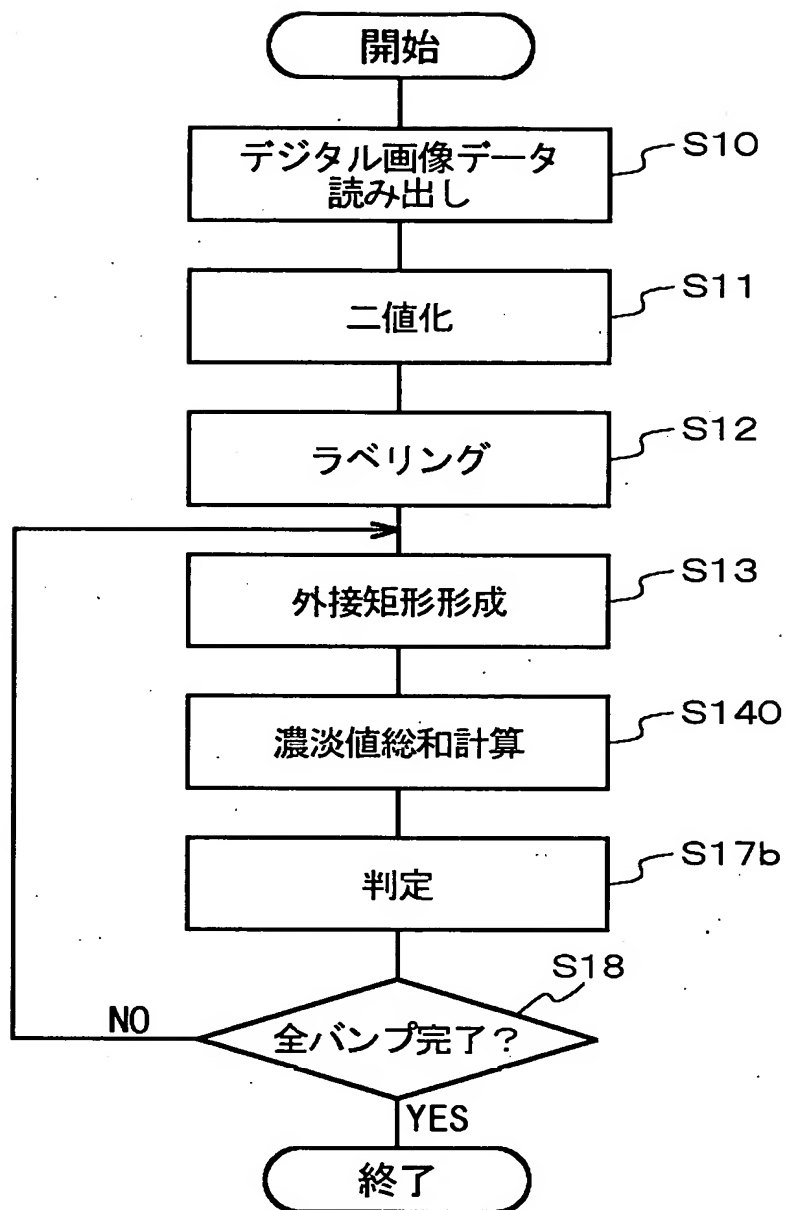
【図 7】



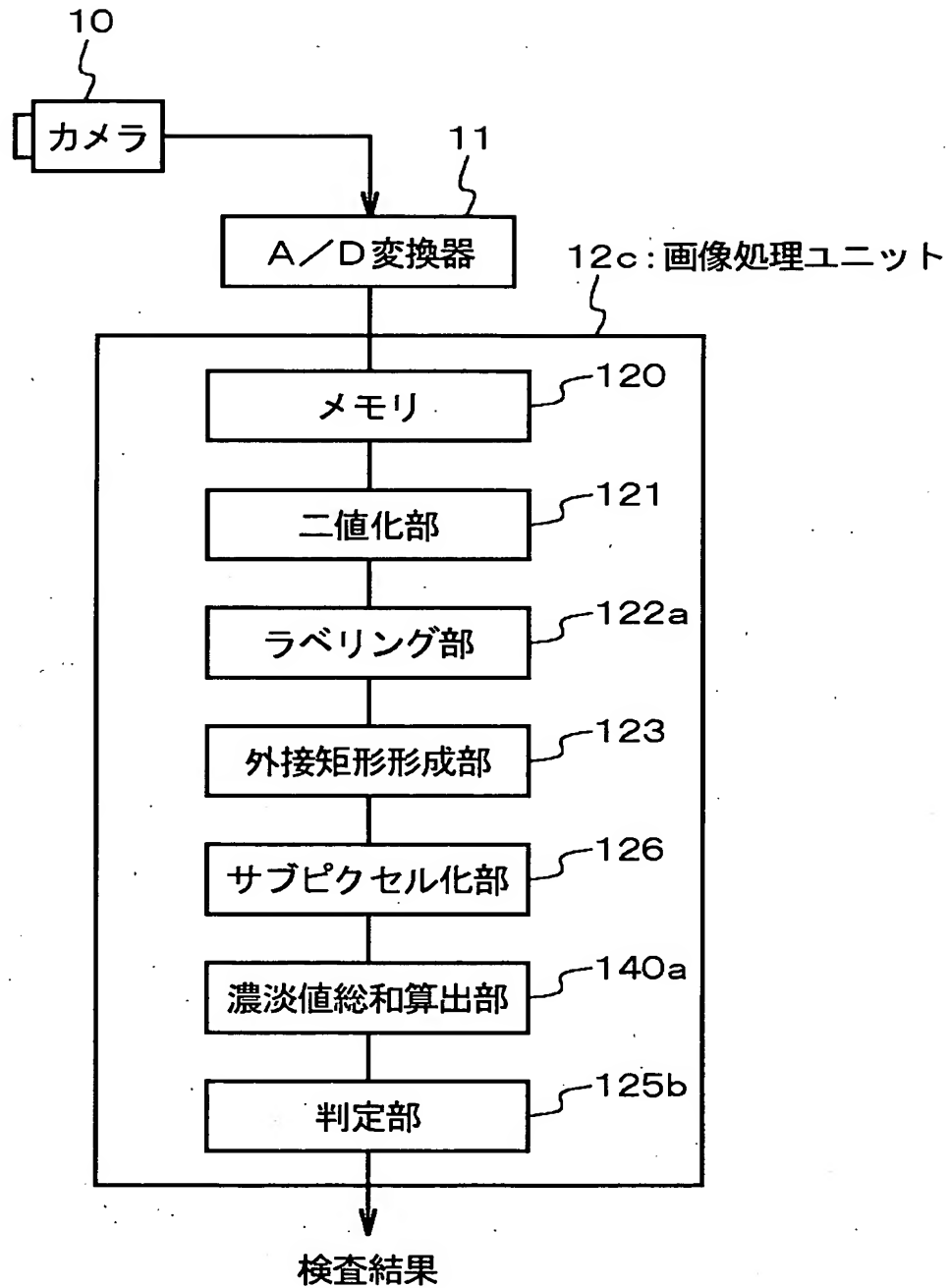
【図 8】



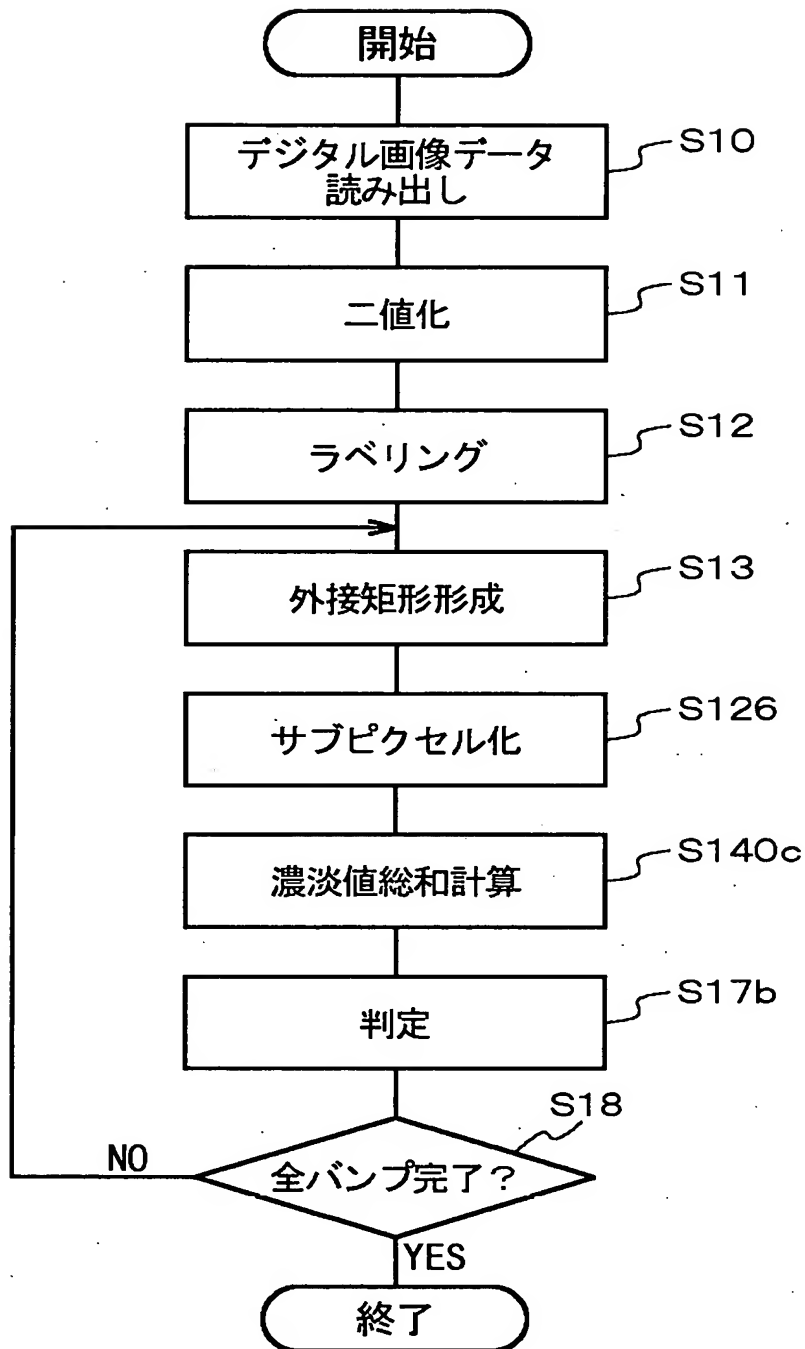
【図9】



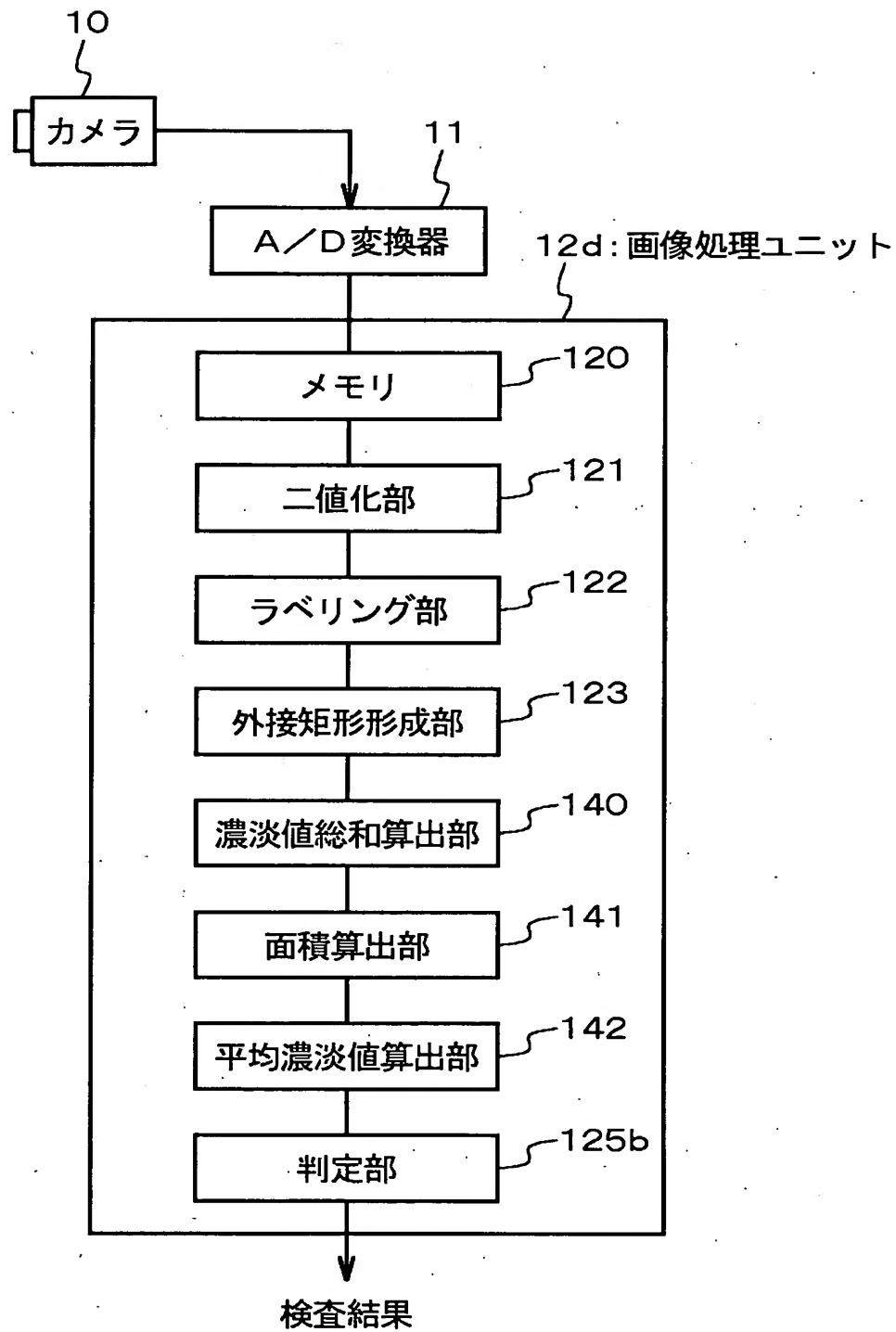
【図10】



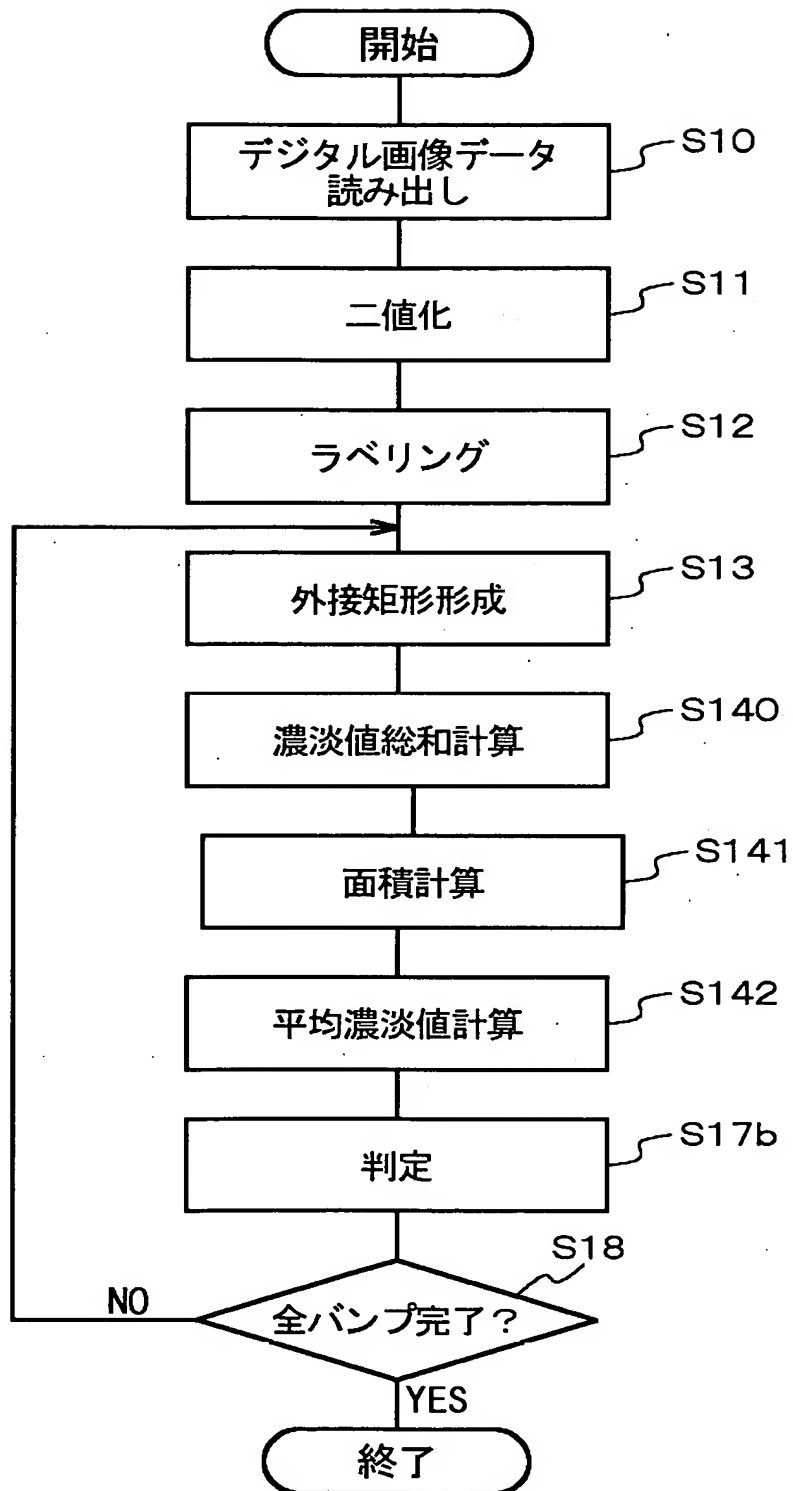
【図 11】



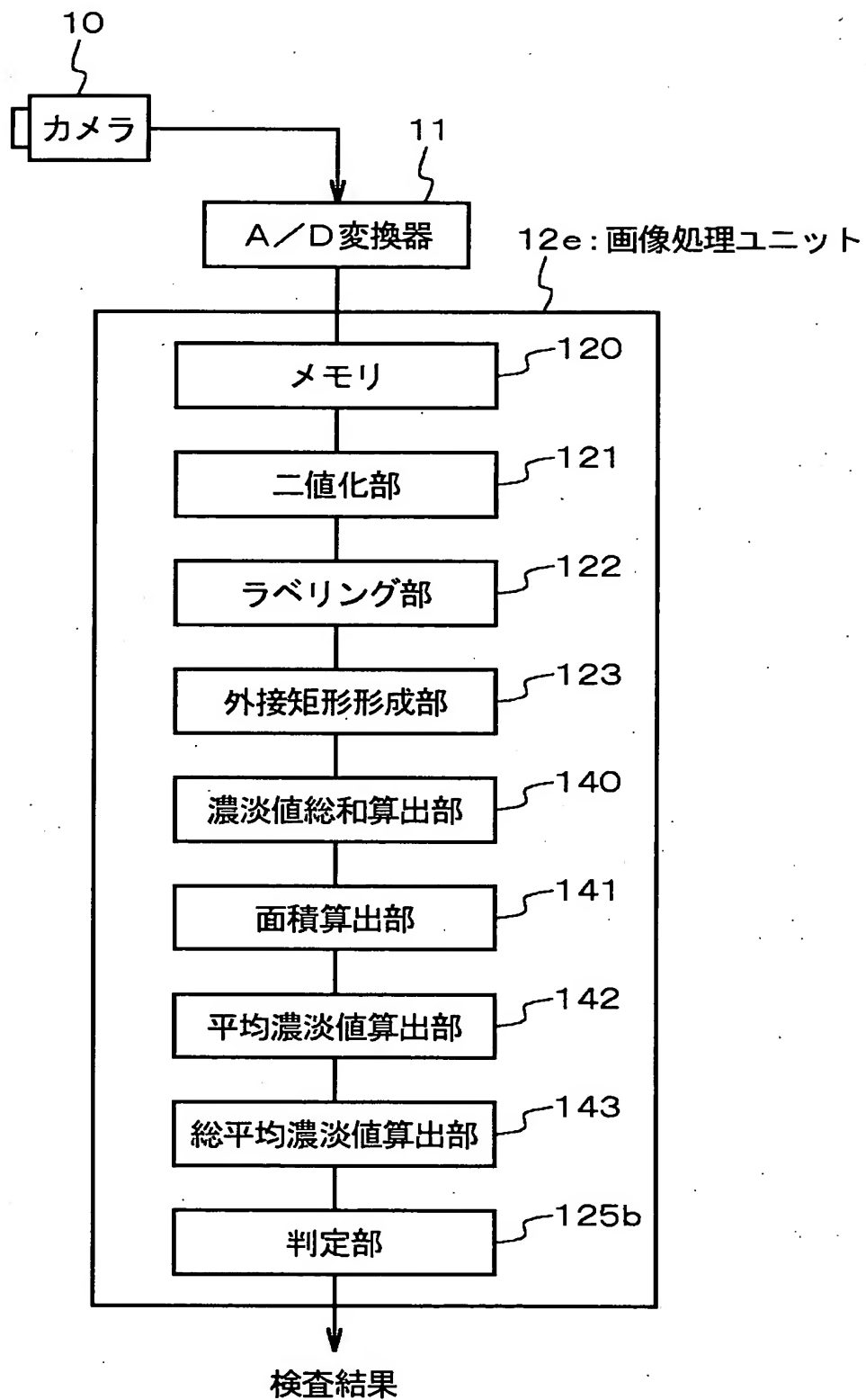
【図12】



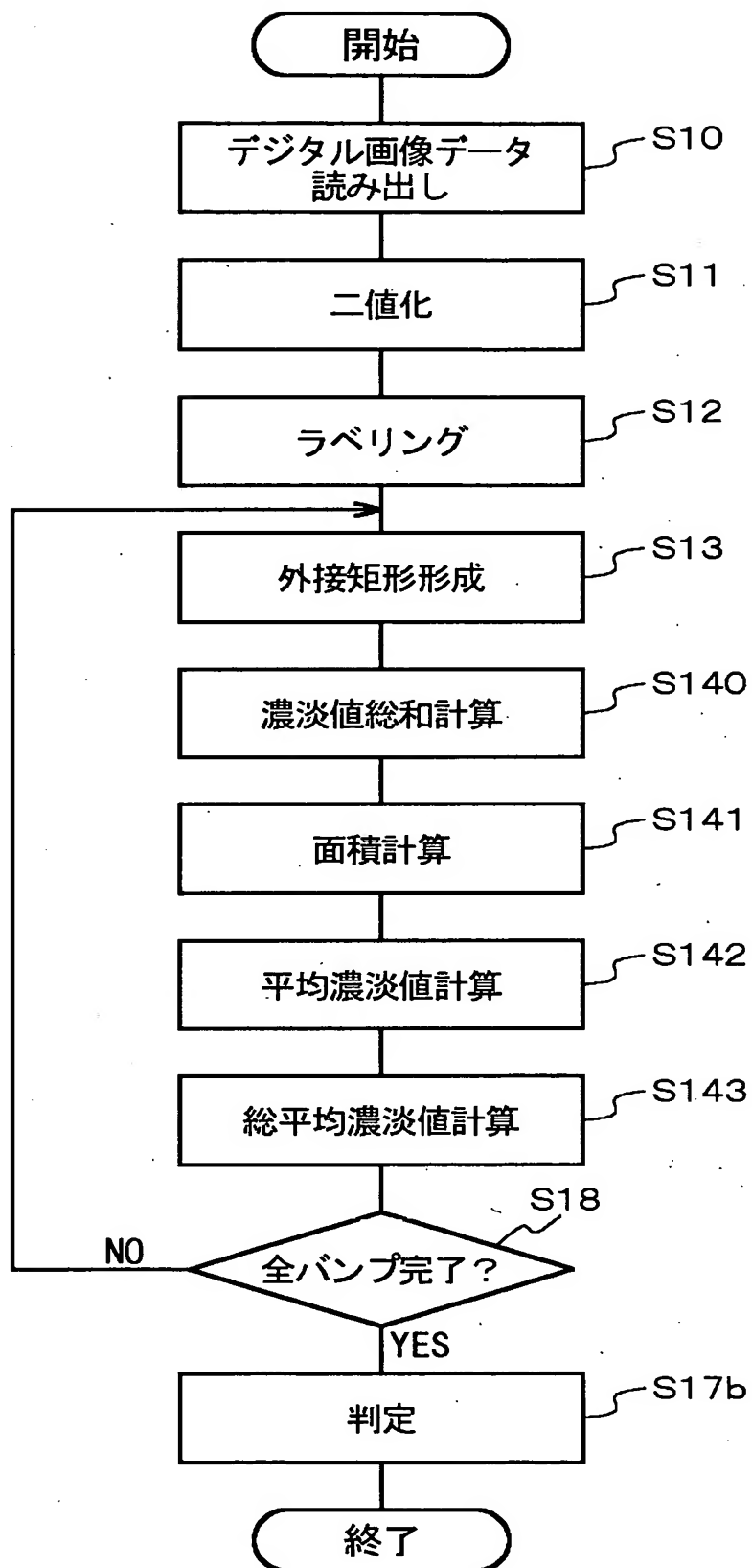
【図 13】



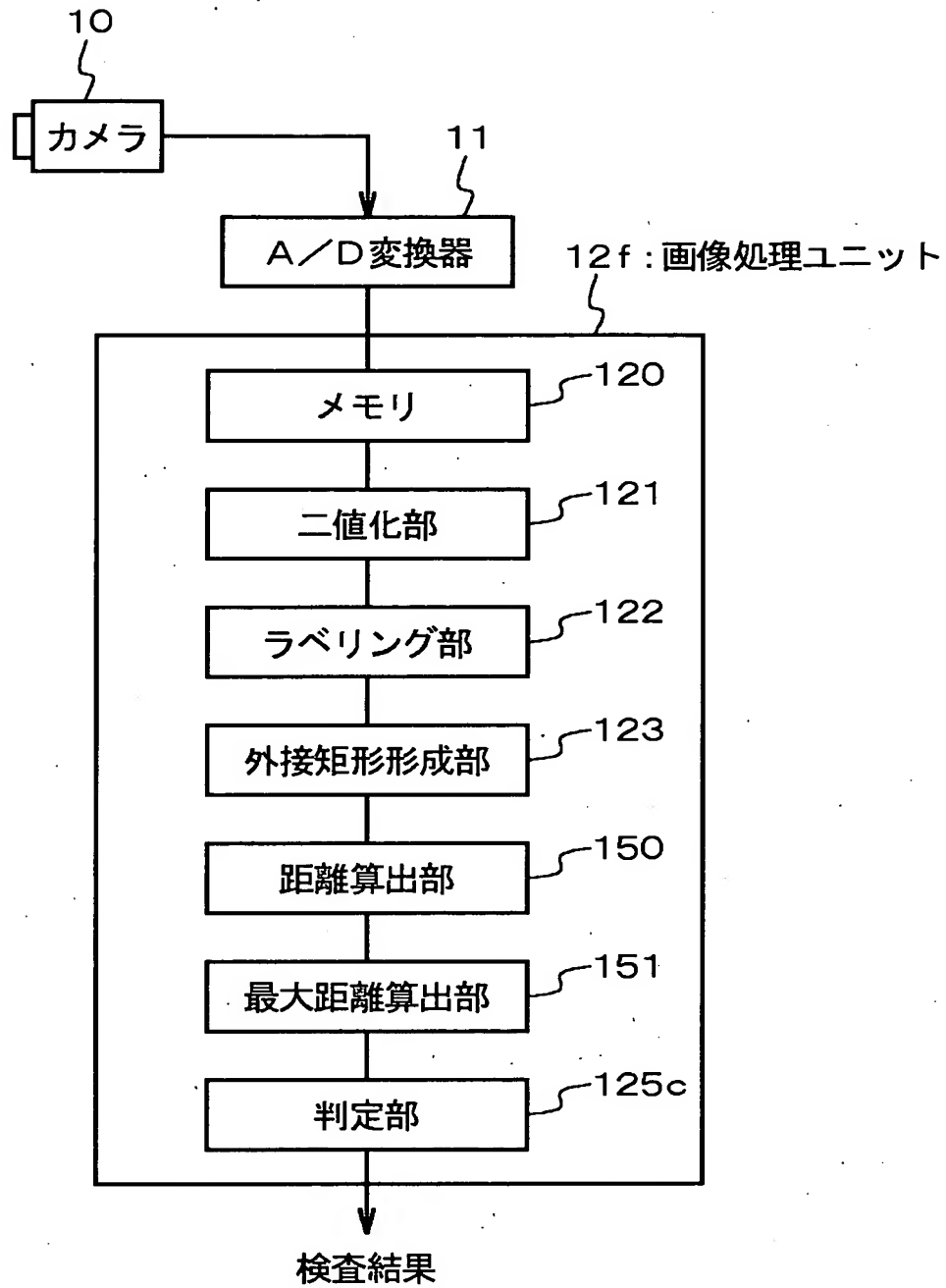
【図14】



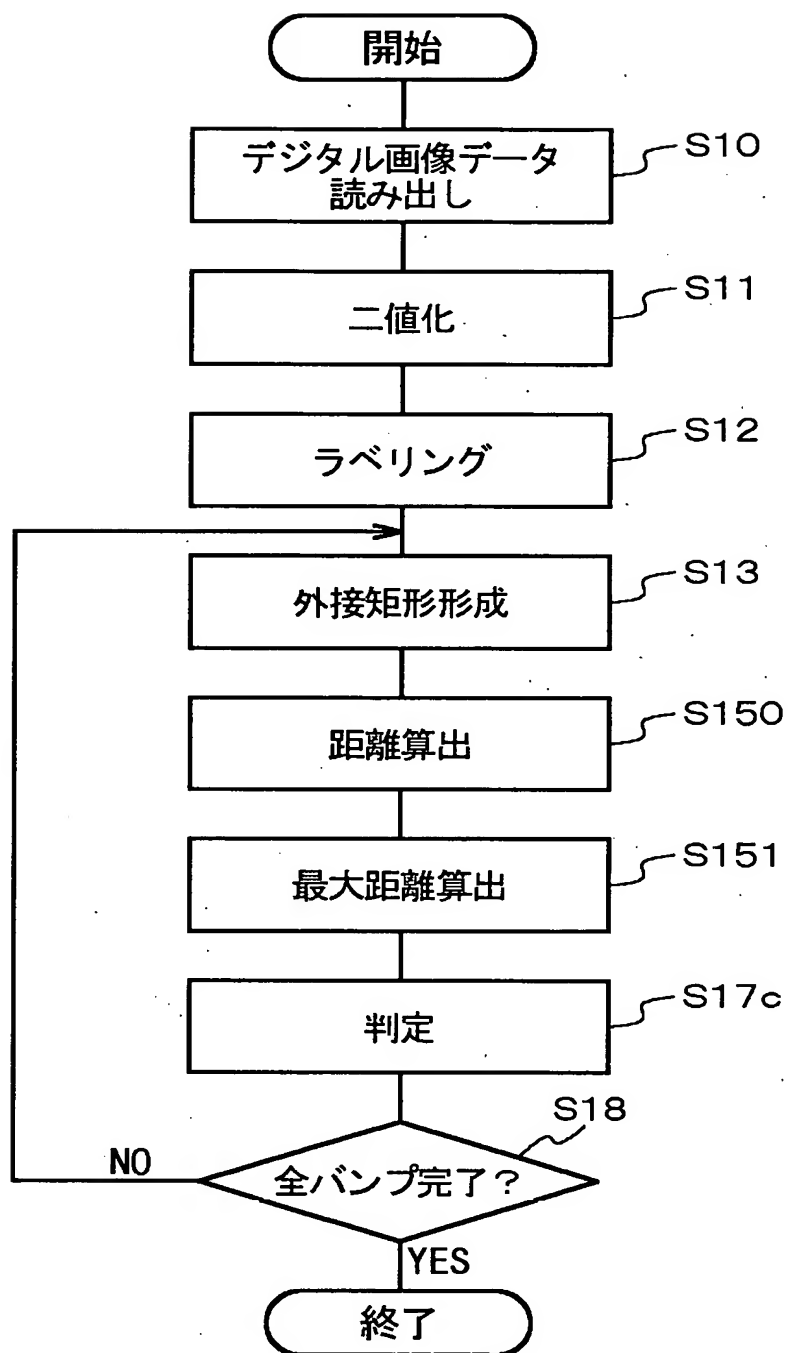
【図 1 5】



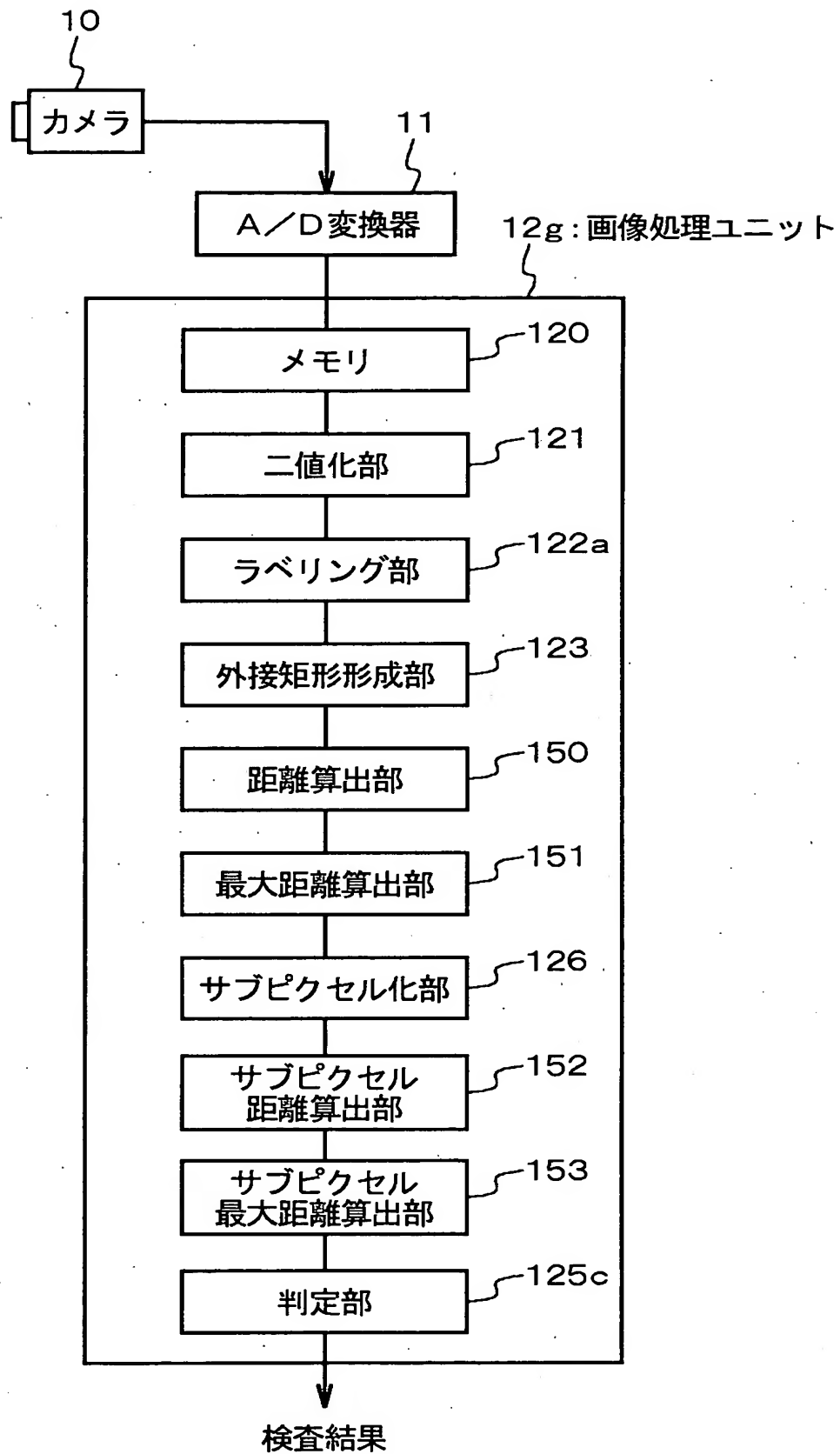
【図16】



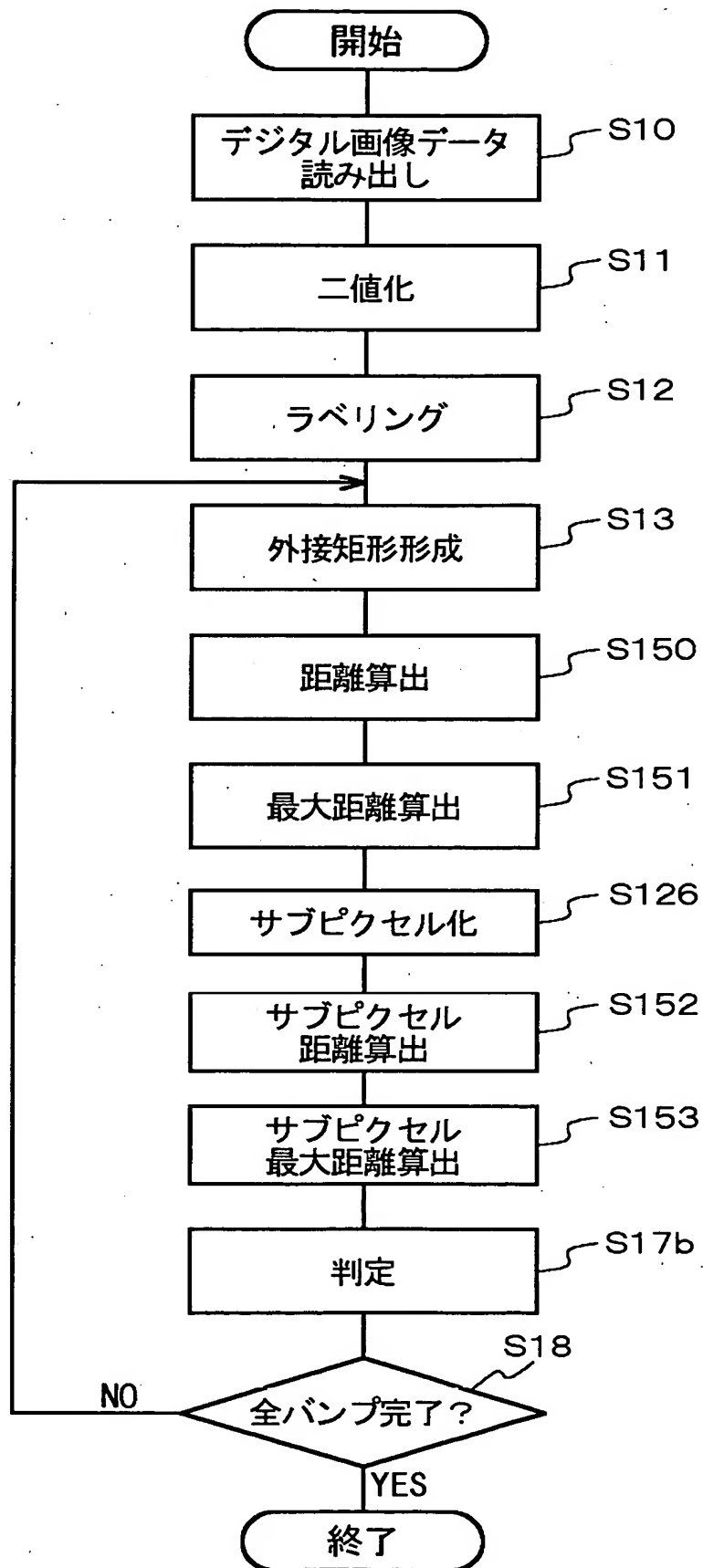
【図 17】



【図 18】

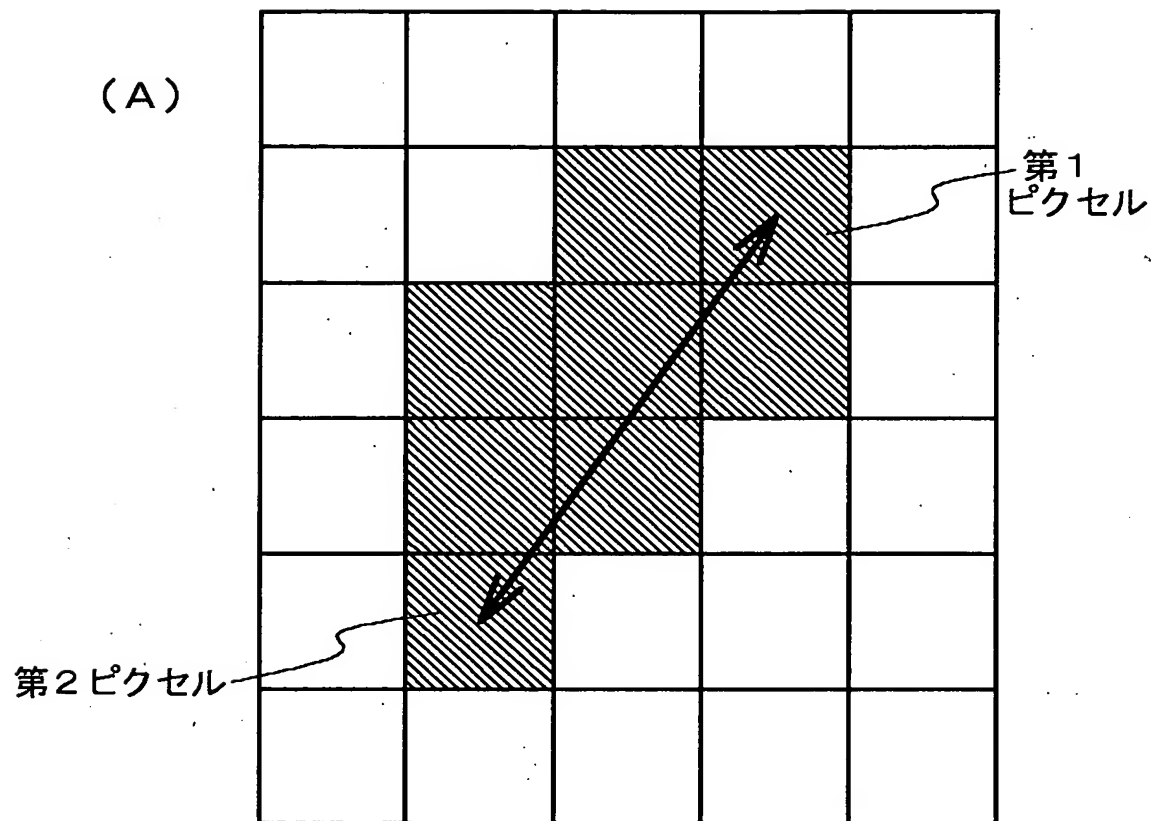


【図19】

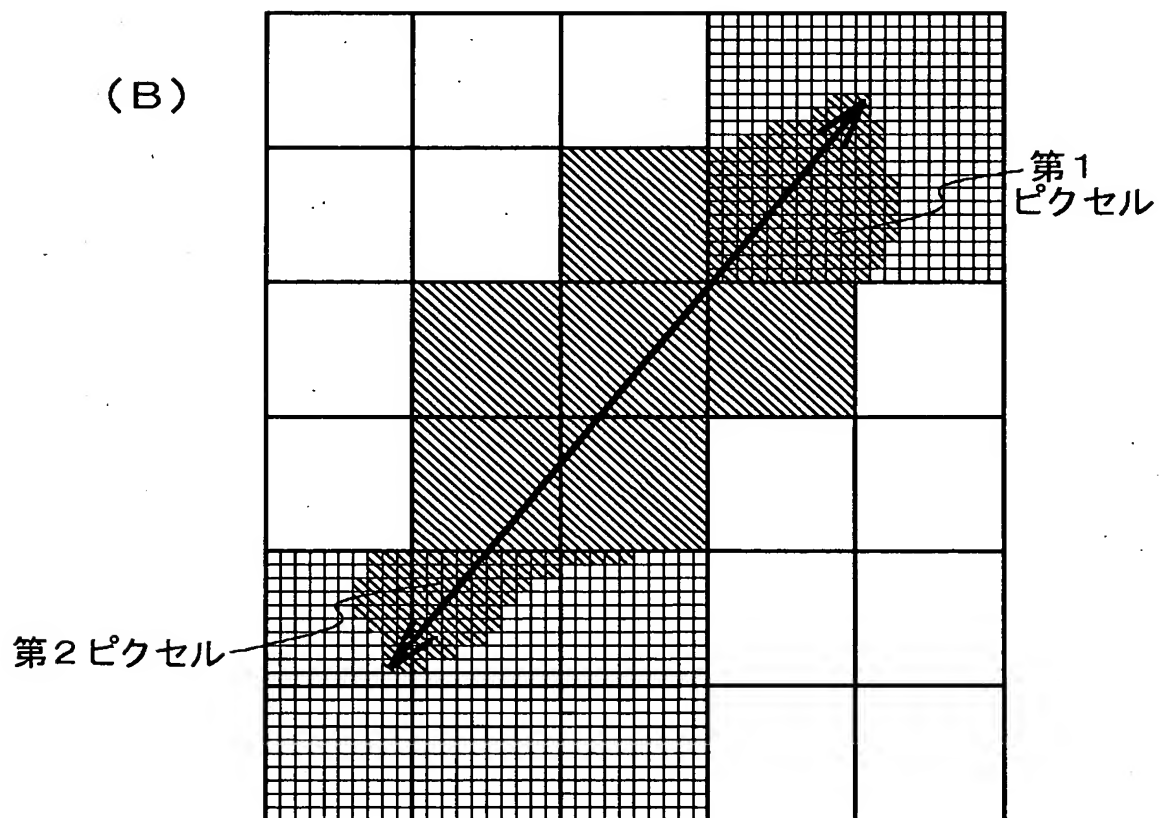


【図 2 0】

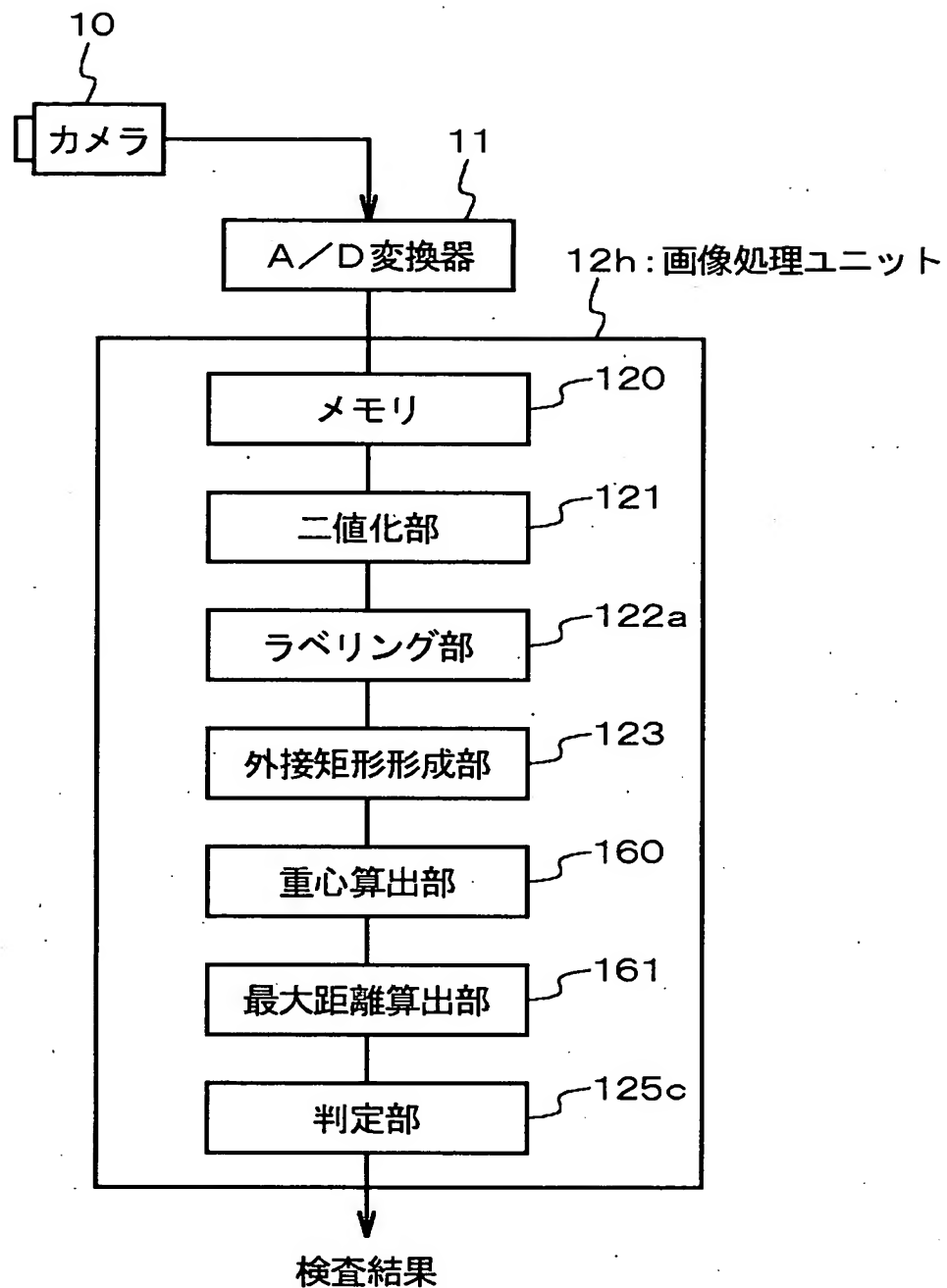
(A)



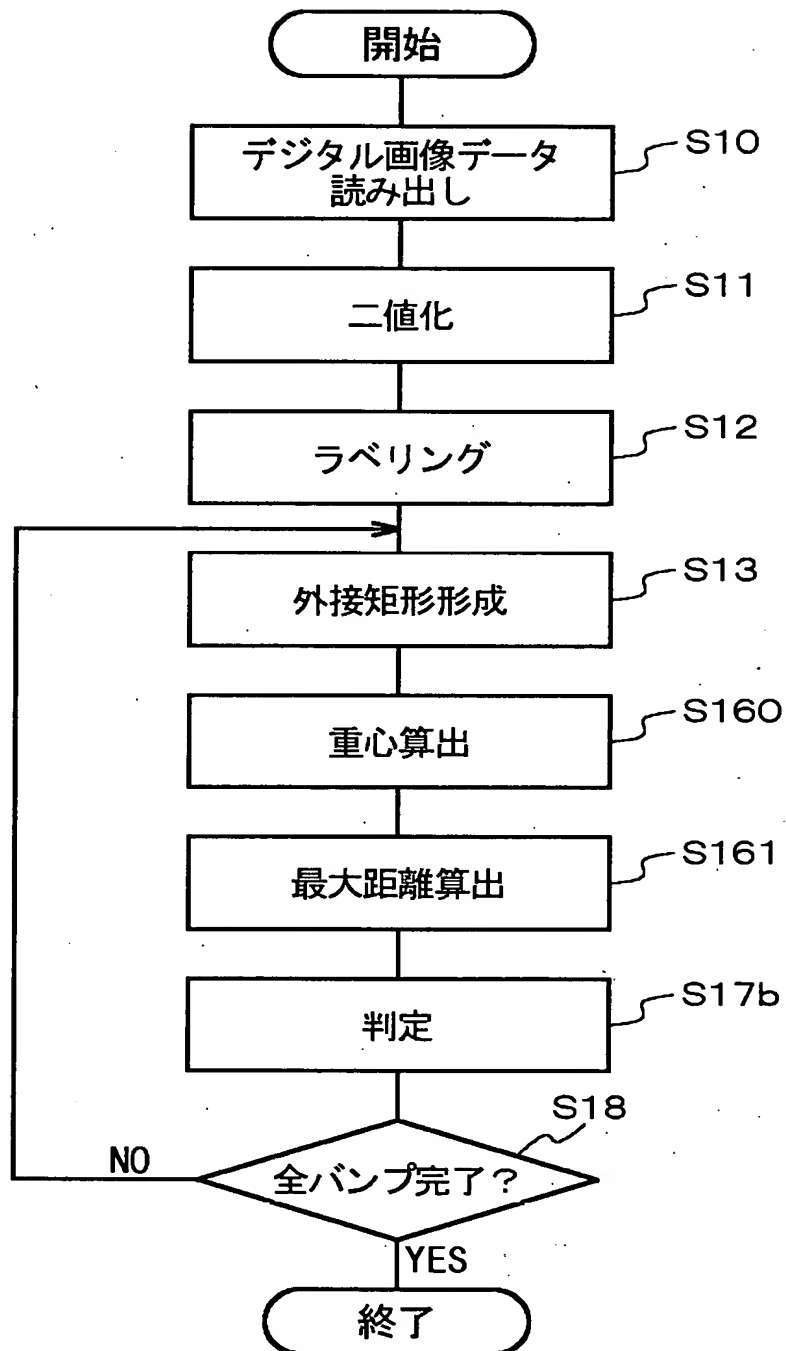
(B)



【図 21】



【図 22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安価であるにも拘わらず高精度で外観検査を行うことのできる外観検査方法及び外観検査装置を提供する。

【解決手段】 リング照明器 1 3 で照明された B G A を上方から化めっら 1 0 で撮影して原画像を得る。画像処理ユニット 1 2 は、この撮影により得られた原画像を 2 値化し、この 2 値化により得られた 2 値化画像をラベリングする。そして、このラベリングにより得られたラベリング画像の外周に接する外接矩形を形成し、該形成された外接矩形内のラベリング画像を反転し、該反転により得られた画像のうちの前記外接矩形と前記外周とで形成される領域の部分を除去し、該除去により得られた画像を前記ラベリング画像に加算することにより検査用画像を生成し、該生成された検査用画像に基づいて前記検査対象物の合否を判定する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.